



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова**

**ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ**

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

24 – 25 вересня 2020 року

Частина II



Миколаїв ■ НУК ■ 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XI Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ ЧАСТИНА II

24 – 25 вересня 2020 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*

Миколаїв • НУК • 2020

УДК 001.895:629.5
І 66

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ І МОН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
АСОЦІАЦІЯ ВЕТЕРАНІВ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ УКРАЇНИ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ШАНЬДУНСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
ГДАНЬСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)

**Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються.**

Відповідальний за випуск:
Блінцов Володимир Степанович

І 66 **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції, в 2 ч. — Ч. 2. — Миколаїв : НУК, 2020. — 414 с.

У збірнику наведені матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в судобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN:978-966-321-XXX-X

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2020

Секція № 6.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 502.51:502.175:628.3 (043.3)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ ОЗЕРА КАТЛАБУГ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ

Трохименко Г. Г., доктор технічних наук, професор,

Якунькін С. О., студент гр. 4271

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна

antr@ukr.net

Анотація. У роботі представлені результати дослідження екологічного стану гідроекосистеми озера Катлабуг для подальшої розробки заходів з її оздоровлення. Проаналізовані дані фізико-географічних, гідрохімічних та біологічних показників водного об'єкту, проведений розрахунок рівняння водного балансу та аналіз причин погіршення екологічного стану озера.

Ключові слова: гідроекосистема, показники якості води, водний баланс, мінералізація, евтрофікація.

Вступ. Більшість озерних і річкових систем останнім часом відчуває антропогенний вплив, що веде до порушення гідрологічного режиму, забруднення вод численними токсикантами, розвитку процесів замулення, евтрофікації, токсифікації, інколи аж до зникнення гідроекосистем.

Актуальність створення екологічно безпечних технологій відновлення (оздоровлення) водних об'єктів пов'язана з важливістю охорони водних ресурсів, особливо на Півдні України, де рівень забезпеченості водою найменший. Проблеми, які є загальними для озерних гідроекосистем України, виявилися характерними й для Придунайських озер. Однак, тут існують свої особливості, які головним чином, пов'язані з їх термічним та гідрохімічним режимами.

На гідрохімічний режим та якість води у озерах впливає випаровування з водної поверхні, водозабір на господарські потреби, об'єм наповнення та скидів у р. Дунай, а також надходження води зі стоком малих річок. Щодо останніх, то для них характерні велика мінералізація води і водночас значна концентрація біогенних і забруднюючих речовин. Значне зменшення площ зрошувальних земель призвело до зниження забору води з Придунайських водойм і відповідно зменшення наповнення цих водойм з р. Дунай. Порушення водообміну спричинило підвищення мінералізації води у водоймах, зниження якості води, яка в більшості випадків не відповідає вимогам до зрошувальних вод [1].

Основна частина. При перетворенні озер на водосховища було створено низку регулюючих споруд на каналах, як поєднують водосховища з річкою Дунай. Одне з таких озер – Катлабуг.

Мета роботи – дослідження екологічного стану озера Катлабуг для подальшої розробки заходів із оздоровлення гідроекосистеми.

Озеро Катлабуг відноситься до групи річкових заплавних озер Придунайського регіону. Територія, що вивчається, відноситься до степової та Південної частини правобережної лісостепової зон (таблиця 1).

Таблиця 1 – Розміри озера Катлабуг

Назва об'єкту	Довжина, м	Ширина, м	Глибина, м	Площа, м ²
оз. Катлабуг	21 000	1000 - 11000	До 400	67 000

Катлабуг відділений від річки дамбою й існує в режимі водосховища. Водообмін з Кислицьким гирлом Дунаю регулюється шлюзованим каналом Жилинським та через каскад - канал «Суспільний».

Південні береги озера низинні, заболочені. Північні береги підняті, місцями обривисті, розсічені балками, місцями їх висота досягає 8-10 м [2]. Між обривами і урізами води є смуга узбережжя шириною 50-500 м. Місцями берег обривається до урізу води.

Дно Катлабуг поступово поглиблюється до центральної частини водоймища. У прибережній частині воно покриттям піском з домішкою глини або гальки, трішки глибше - замуленим піском, а в центральній частині - сірим мулом.

В озері поширена водна рослинність; з рідкісних рослин зустрічається водяний горіх плаваючий. У Катлабуг водяться сазан, щука, окунь, краснопірка, жерех, карась, лящ, судак і сом. Рідше зустрічаються язь, рибець, чехоня і бички. У риборозплідних ставках вирощують і використовують для зариблення озера молодняк товстолобика і білого амура.

Існує і промисел раків, популяція яких в Катлабуг дуже велика і, за оцінками, в деякі роки доходить до 15 мільйонів особин. На озері здійснює свою господарську діяльність аграрний рибогосподарський кооператив «Придунайська нива».

Крім рибного промислу, Катлабуг має стратегічне значення ще й тому, що воно забезпечує водою всю зрошувальну систему району.

На берегах озера розташований ряд населених пунктів - Багате, Кислиця, Першотравневе (Гасанов), Суворове, Утконосівка

Лабораторією Дунайського РВВР здійснювала контроль якості води в озері Катлабуг у двох пунктах спостереження: насосна станція-2 (НС) Суворовської зрошувальної системи (1) та головна насосна станція (ГНС) Кірова (2) (рис. 2).



Рис. 1. – Розташування пунктів відбору проб на озері Катлабуг

У 2018 році рівні води в озері були вище, ніж у 2017 р. Навесні 2018 року озеро було наповнено до відмітки 1,75 м БС (при НПУ 1,7 м БС). Рівень води поступово зменшувався та у листопаді досяг відмітки 0,99 м БС. Минулого року рівень води в озері був нижче, та наприкінці 2017 року становив 0,84 м БС.

Результати дослідження якості води в озері показані у таблиці 2.

Другий пункт спостереження (ГНС Кірова) знаходиться у південно-східній частині озера, на невеликій відстані від підвідного каналу Желявський (7,2 км), тому водообмін у цій частині озера дещо краще, ніж у вершині озера.

Головною проблемою малих річок, які впадають в оз. Катлабуг, так само як і самого озера, є надмірне забруднення органічними речовинами, високий рівень показників сольового складу води (мінералізація від 4,2 г/дм³ до 10,1 г/дм³), високі показники марганцю та фенолів. Влітку та восени спостерігалось «цвітіння» води. У річках Ташбунар, Великий та Малий Катлабуг у 2018 році показники сольового складу зросли на величину від 7% до 44%.

Таблиця 2 - Контроль якості води у пунктах спостереження (2019 рік)

Назва показника	Пункти спостереження	
	(1)	(2)
Максимальне значення БСК ₂₀ , мг/дм ³	36 (вересень)	28 (серпень)
Найвищі значення окислюваності перманганатної (ОП), мг/дм ³	до 16,7 (вересень)	15,7 (серпень)
Кількість фенолів, мг/дм ³	0,008	0,003
Кількість марганцю, мг/дм ³	0,120 - 0,220	0,220
Водневий показник, од. рН	до 8,6	до 8,75
Концентрація розчиненого	3,6 - 3,8	3,7 – 4,0

кисню, мг/дм ³ O ₂		
Мінералізація, мг/дм ³	Середньорічні значення 2903 (максимальні – 3212) Клас мінералізації - «солонуваті»	Середньорічні значення 2248 (максимальні – 3003) Клас мінералізації - «солонуваті»

Основним джерелом водообміну та водооновлення озера Катлабуг є р. Дунай [3]. У перший період функціонування Придунайських озер, як зарегульованих водоймищ, якість води в них підтримувалася на задовільному рівні. Водооновлення відбувалося за рахунок забору значних об'ємів води на зрошення та підтримки рівнів за допомогою підкачки маломінералізованих дунайських вод. В останні десятиріччя через скорочення масштабів зрошення земель забори води з водосховища Катлабуг значно зменшилися, а підкачки води з р. Дунай взагалі припинилися. Це призвело до погіршення якості води. Зокрема, мінералізація в оз. Катлабуг в останні роки сягає 2,0 – 2,5 г/дм³, що у 2 – 2,5 рази перевищує допустимі норми для питної та зрошувальної води. У зв'язку з погіршенням якості води в озері Катлабуг актуальним є дослідження водного і сольового балансів озера з метою раціонального використання його водних ресурсів.

Для розрахунку водних балансів озера Катлабуг були використані такі вихідні гідрометеорологічні дані:

- щоденні рівні води в озері;
- дані по опадах та випаровуванню, які вимірювались на м/ст Ізмаїл та м/ст Болград відповідно;
- об'єми води та площі водного дзеркала водойми (за даними батиметричної зйомки);
- загальні площі водозборів річок, які впадають в озеро; - надходження ґрунтових вод (визначалось за даними інтегрованого моніторингу в рамках проекту Tacis – 2001 р.);
- забори води з озера на комунально-побутове та інші види користування (одержані від Одеського Обласного управління водних ресурсів). Деякі величини, за якими спостереження не відбуваються чи не є регулярними, визначались за існуючими методиками [4, 5].

Рівняння водного балансу для приходної (ΣV_i)_{пр} частини має вигляд (млн.м³):

$$(\Sigma V_i)_{\text{пр}} = V_{Pi} + V_{ri} + V_{bi} + V_{gi} + V_{dri} + V_{di} \quad (1),$$

де V_{Pi} – атмосферні опади; V_{ri} – річковий стік; V_{bi} – бічний приплив; V_{gi} – приплив ґрунтових вод; V_{dri} – надходження дренажних і комунально-побутових вод; V_{di} – стік р. Дунай; i – розрахунковий місяць.

Отже, згідно з отриманими результатами, приходну частину водних балансів за 2007–2019 рр. найбільшою мірою визначають опади на водну поверхню озера (від 23 до 60%) і надходження води з р. Дунай самопливним шляхом (від 31 до 77 %). У витратній частині водних балансів найбільший відсоток становить випаровування (від 46 до 76 %), менше – скиди води до р. Дунай (до 36 %). У літні місяці вода з оз. Катлабуг йде на підтримку рівнів системи озер Лунг – Саф'ян (8 – 19 %). Ці дані узгоджуються з результатами, розрахованими попередніми дослідниками до 2014 року [6].

Отримані результати рекомендуються для використання у практичній діяльності підрозділів Одеського Обласного управління водних ресурсів з метою подальшої розробки природоохоронних заходів та впровадження технологічних рішень з оздоровлення водної екосистеми озера, які нами будуть розглянуті у подальших дослідженнях.

Висновки. Високий рівень мінералізації озера Катлабуг, який перевищує нормативи у деякі місяці у 10 разів, та забруднення органічними та біогенними речовинами є головними екологічними проблемами гідроекосистеми. Враховуючи непроточність, мілководність та високі температурні максимуми останніх років, це призводить до прискореної евтрофікації, замулення, порушення природного балансу озера. Якість води в озера Катлабуг, та у всіх малих річках за вмістом компонентів сольового складу належить до класу «солонуватих» вод. Як і для майже всіх водних екосистем Півдня України, спостерігається підвищений рівень забруднення поверхневих вод внаслідок недостатнього очищення стічних вод промислових, сільськогосподарських та комунальних підприємств.

Необхідне створення як програми оздоровлення озерних систем, так і впровадження технічних рішень відновлення водного балансу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Кічук Н. С., Шакінзарова Ж. Р., Медведєва Ю. С., Курілова І. В. (2016). Формування гідрохімічного режиму та оцінка якості води у Придунайських озерах. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, Т. 3(42), 56-62.
- [2] Гребін В. В., Хільчевський В. К., Сташук В. А., Чунарьов О. В., Ярошевич О. С. (2014). *Водний фонд України: штучні водойми — водосховища і ставки*. Київ: «Інтерперес ЛТД».

- [3] Озеро Катлабух: Правила експлуатації водохранилища / Укрюжгипроводхоз. (2000). Одеса: Укрюжгипроводхоз.
- [4] Гушля А. В., Мезенцев В. С. (1982). Водно-балансовые исследования. Київ: Вища школа.
- [5] Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. (2014). Ленинград: Гидрометеиздат.
- [6] Гопченко Є. Д., Шакирзанова Ж. Р., Медведєва Ю. С., Бурукова М. М. (2016). Складові водних балансів озера Катлабуг. Вісник Одеського державного екологічного університету, Випуск 20, 52-60.

Trokhymenko G. G., Yakunkin S. A.

STUDIES OF THE LAKE KATLABUH HYDROECOSYSTEM ECOLOGICAL STATE TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS

Abstract. The paper presents the results of the study of the Lake Katlabuh hydroecosystem ecological state for further development of measures for its rehabilitation. The data of physical-geographical, hydrochemical and biological indicators of the water object are analyzed, the calculation of the water balance equation and the analysis of the deterioration reasons of the lake ecological condition are carried out.

Key words: hydroecosystem, water quality indicators, water balance, mineralization, eutrophication.

УДК 504: 656.6

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН

Літвак С.М., канд. техн. наук, доцент;

Літвак О. А., канд. екон. наук

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

piskyn@mksat.net

olya.litvak@gmail.com

Проведено аналіз сучасних технічних засобів та заходів, призначених для запобігання забрудненню навколишнього середовища при експлуатації суден з урахуванням положень Конвенції МАРПОЛ 73/78 і національних правил з охорони навколишнього середовища. Наведено варіанти застосування суднового природоохоронного обладнання – установок для очищення стічних, підсланевих вод, зберігання і утилізації відходів та сміття. Визначено, що при організації природоохоронних заходів за межами судна вибір і обґрунтування технології очищення визначається можливістю або доцільністю використання певних технічних засобів з урахуванням конкретних умов ділянки водних шляхів і типу судна.

Ключові слова: нафтовмісні води, стічні води, інсинератор, судно-нафтосміттєзбиральник.

Вступна частина. Процес експлуатації суден може істотно впливати на стан навколишнього природного середовища. Це пов'язано з наявністю викидів в атмосферу вихлопних газів при роботі головних двигунів, дизель-генераторів, котельних установок. Істотним є також, вплив теплових скидів і гідрожумів при роботі рушійно-рульового комплексу судна. Крім забруднення повітряного середовища, іншими джерелами екологічної небезпеки при експлуатації водного транспорту є забруднення акваторій портів, річок і водойм нафтопродуктами, стічними водами і відходами.

Одним з найнебезпечніших впливів є забруднення водних об'єктів підсланевими водами, які утворюються в машинних відділеннях судів і відрізняються високим вмістом нафтопродуктів. Джерелами забруднення можуть бути також нафта і нафтопродукти, що потрапляють у водні ресурси внаслідок недостатньої герметичності корпусів нафтоналивних суден і бункерувальних станцій, витоку нафтопродуктів в процесі перевантаження тощо.

Метою роботи є проведення аналізу сучасних технічних засобів та природоохоронного обладнання, призначених для запобігання забрудненню навколишнього середовища при експлуатації суден.

Основна частина. Суднові енергетичні установки забезпечують рух судна, роботу його окремих вузлів, життєдіяльність екіпажу та пасажирів. Функціонування таких установок впливає на навколишнє середовище і має свої специфічні особливості. При роботі судових енергетичних установок виділяються відпрацьовані гази і утворюються стічні води, що забруднюють атмосферу і водне середовище оксидами азоту, сірки і іншими шкідливими сполуками. Звичайна частка паливно-мастильних матеріалів в нафтовмісних водах становить 200-500 г/м³.

Забрудненню повітря відпрацьованими газами від енергетичного обладнання приділяється особлива увага. З 2000 року емісія оксидів азоту регулюється стандартом Міжнародної морської організації (*International Maritime Organization*, IMO), тому розробляються різні способи вдосконалення двигунів внутрішнього згоряння за рахунок додавання води і каталізаторів. Міжнародна морська організація встановила межі вмісту сірки в моторному паливі на судах: з 2012 року – 35 000 частин на 1 млн; з 2020 р – 5000 частин на 1 млн (для порівняння в дизельному паливі для автомобілів воно дорівнює 10 частин на 1 млн).

Основними напрямками зниження обсягів шкідливих викидів при експлуатації суден є: зменшення споживання традиційних видів палива за рахунок оптимізації конструкції суден і двигунів; застосування альтернативних видів палива. Знизити токсичність газових викидів в процесі роботи судових енергетичних установок можна за рахунок:

- попереднього очищення палива від сполук сірки, але це фінансово дуже затратний метод;
- підготовки палива, регулювання роботи котлів (спалювання при малому надлишку повітря, двоступеневе спалювання, рециркуляція газів), зміни параметрів обладнання, що застосовується;
- заміни палива на більш легке з меншим вмістом токсичних речовин при вході судна в прибережну зону;
- очищення відпрацьованих газів перед викидом за допомогою природоохоронних технологій. Для очищення димових газів пропонуються сухі і мокрі методи на основі сорбентів (активоване вугілля, силікагель, синтетичні смоли). Мокрі методи очищення (наприклад, скрубери) більш ефективні і вимагають менших витрат.

Залишки нафтопродуктів виникають на судах переважно при очищенні мазуту. Після сепарації і фільтрації мазуту близько 1 % його залишається у вигляді масляного шламу. Він також виникає при очищенні мастил і регенерації трюмної води. Сумарний обсяг цих відходів для всіх суден становить 1-1,5 тис. т/рік. Як правило ці відходи разом з відпрацьованими мастилами збирають у відстійник. Їх доцільно залишати в порту для регенерації при наявності відповідної інфраструктури. При цьому необхідність витрат на утилізацію є причиною нелегального їх скидання в море.

Згідно «Правил запобігання забрудненню із суден внутрішніх водних шляхів України», при експлуатації суден на внутрішніх водних шляхах скидання за борт неочищених підсланевих нафтовмісних вод, неочищених і незнезаражених стічних вод і сміття заборонено [1]. Для виконання цих вимог при організації природоохоронної діяльності в області забезпечення екологічної безпеки при судноплавстві необхідним є наявність комплексу технічних засобів, які забезпечують збір, тимчасове зберігання, транспортування та переробку судових забруднень. Такий комплекс технічних засобів можна поділити на:

а) суднове природоохоронне обладнання – установки для очищення стічних, підсланевих вод, зберігання і утилізації відходів та сміття;

б) комплекс технічних засобів поза межами судна, що забезпечують збір, транспортування, тимчасове зберігання та переробку судових забруднень (рис. 1).

Відповідно до МАРПОЛ 73/78, на судні передбачається спеціальне устаткування для запобігання забруднення водного середовища: устаткування зі збору всіх видів відходів, устаткування з обробки відходів, устаткування зі спалювання відходів [2].

Усі судна, побудовані після вступу в силу міжнародної Конвенції МАРПОЛ 73/78 повинні задовольняти її вимогам в частині охорони навколишнього середовища. Судна, побудовані раніше, повинні бути модернізовані з метою приведення їх у відповідність до положень Конвенції МАРПОЛ 73/78 і національних правил з охорони навколишнього середовища.

Транспортні судна, які здійснюють міжнародні рейси, обладнані ємностями для збору забруднених вод і контейнерами для збору сміття, а також установками для очищення води від нафти, для обробки стічних вод. Також повинен встановлюватися інсинератор для спалювання сміття. Кількість судових відходів залежить від дедвейту і типу судна, терміну експлуатації, якості обслуговування і кількості членів екіпажу (табл. 1).



Рис. 1. Природоохоронні заходи та технічні засоби запобігання забрудненню довкілля при експлуатації суден

Таблиця 1. Орієнтовні обсяги відходів, стічних і нафтовмісних вод, що утворюються при експлуатації транспортних суден

Види стічних і нафтовмісних вод, відходів	Обсяги	Особливості утворення
Відходи сепарації нафтових палив	1,5-2,0 % від щоденної витрати палива	При використанні важкого палива
	0,5 % від щоденної витрати палива	При використанні важкого палива
Лляльні води	1-10 м ³ /добу	Залежить від потужності двигуна, його технічного стану, віку судна і кваліфікації персоналу
	0,1-3 м ³ /добу	Для суден каботажного плавання
Стічні води	100 л/добу	-
Побутові відходи (сміття)	1,5-3,5 кг/людину за добу	-
Виробничі відходи (відкладення з двигунів, промасляне ганчір'я, стара фарба тощо)	10-15 кг/добу.	-
Відходи, що виникають при обробці вантажу	1 т на 200 т вантажу	На суднах з генеральними вантажами
	1 т на 10000 т вантажу	На навалювальному судні
	1т на 25000 вантажу	На контейнеровозах

Всі танкери валовою місткістю 150 рег. т і більше та інші судна валовою місткістю 400 рег. т і більше обладнуються сепараційним і фільтрувальним обладнанням для очищення нафтовмісних вод перед скиданням їх за борт до допустимої концентрації. Для зберігання на борту нафтовмісних вод судно обладнується збірним танком достатньої місткості. На танкерах для перевезення сирої нафти, що не мають танків ізольованого баласту, може утворюватися до 25% дедвейту брудного баласту за рейс [3]. Якщо на борту судна є інсинератори, то частина нафтозалишків і сміття, в тому числі і харчові відходи, спалюються на борту судна, а негорючі відходи і шлами, що накопичилися після обробки стічних вод, здаються на берегові приймальні споруди в портах.

Нафтові танкери валовою місткістю 150 рег. т і більше та інші судна валовою місткістю 10 000 тис. т і більше повинні бути обладнані системою автоматичного виміру, реєстрації і управління скиданням нафтовмісних вод. Скидання повинно автоматично припинятися, якщо його інтенсивність або вміст нафти в нафтовмісних сумішах перевищує встановлені межі. На всіх судах повинен бути танк для збору нафтових залишків (шламу), які здаються на берегові приймальні споруди.

На танкерах для сирої нафти дедвейтом 20 000 т і більше та нафтопродуктовозах дедвейтом 30 000 т і більше передбачається захисне розташування танків ізольованого баласту. Нафтові танки відокремлюються від зовнішньої обшивки по всій висоті борту від палуби до верхньої кромки подвійного дна бортовими баластними танками шириною не менше 2 м. Мінімальна висота міждонних танків повинна складати 1/15 найбільшої ширини судна або 2 м, в залежності від того, що менше. Цим забезпечується запобігання витікання нафти в море при пошкодженнях зовнішньої обшивки корпусу судна.

Для збору стічних вод на всіх судах валовою місткістю 200 рег. т і більше або на яких перевозяться більше 10 осіб, передбачається цистерна для збору стічних вод, оснащена світловою та звуковою сигналізацією при заповненні її на 80%. На цих судах повинна бути установка для обробки стічних вод, до складу якої входить накопичувач судових стоків, пристрій для їх очищення і пристрій для знезараження. Очищена і знезаражена вода скидається за борт.

Судна обладнуються пристроями для збору або для спалювання сміття. Для збору сміття використовуються схвалені Регістром судноплавства України контейнери для збору всіх видів синтетики і пластмас, включаючи синтетичні троси й риболовні сітки. Може бути передбачена установка для подрібнення харчових відходів, виробів з паперу, ганчір'я, скла, металу до розмірів частинок менше 25 мм. При знищенні сміття в установках термічного типу судові відходи перетворюються в безпечні для довкілля золу і шлак.

Переробка відходів на борту судна за допомогою спеціальних систем для очищення стічних та нафтовмісних вод, а також наявність інсинератору має свої переваги: автономність плавання, скорочення простоїв, мінімальні накопичувальні ємності і, як наслідок, ефективність таких суден. До недоліків відносяться: складність і значні капіталовкладення для встановлення зазначених систем, потреба у спеціальному обслуговуванні, додаткові витрати енергії. Дане рішення поширилося переважно на морських судах і судах типу «річка-море» [4].

Для запобігання утворенню відходів або мінімізації їх утворення на судні мають здійснюватися дії, спрямовані на: зменшення кількості предметів і матеріалів, що спрямовуються на остаточну утилізацію або знешкодження; відмова від зайвої упаковки; закупівля тільки необхідної кількості предметів і матеріалів; застосування предметів багаторазового або тривалого користування замість одноразових там, де це можливо [5].

Запобігання забрудненню водних об'єктів неможливо забезпечити тільки за рахунок впровадження на судах різних природоохоронних технологій і техніки. Екологічно чисте, повністю безпечне судно буде занадто дорогим, як при будівництві, так і при експлуатації, тому видалення частини судових відходів вимагає послуг технічного флоту і портових приймальних споруд.

Технологія переробки забруднень поза межами судна являє собою сукупність операцій з приймання забруднень з суден, тимчасового зберігання, транспортування, передачі на очисні споруди і очищенню. Зазначені операції здійснюються в певній послідовності з допомогою комплексу технічних засобів. Вибір і обґрунтування технології очищення визначається можливістю або доцільністю використання певних технічних засобів з урахуванням конкретних умов для певної ділянки водних шляхів і типа судна.

Одним з найбільш поширених варіантів є застосування суден технічного флоту. До складу технічного флоту входять як самохідні, так і несамохідні судна і плавзасоби, які мають невелике число членів екіпажу. Наприклад, судно-нафтосміттєзбиральник призначено для транспортування відходів і нафтовмісних вод на берегові очисні споруди для подальшого очищення.

Судна типа ОС (самохідна очисна станція) обслуговують деякі райони ділянки водних шляхів. Кожен район може обслуговуватися одним або декількома такими суднами. Судно типа ОС – це однопалубна

самохідна очисна станція з вставними вантажними цистернами. Судна даного типу призначені для прийому з суден стічно-фекальних та підсланевих вод, забруднених нафтопродуктами з температурою спалаху не нижче 60°C і сухого сміття. Подальша переробка відходів і забруднених вод відбувається на берегових підприємствах: для стічних вод – очисні споруди і станції аерації, для нафтовмісних вод – спеціалізовані підприємства, для твердих відходів і сміття – вивезення на полігони ТПВ.

Основними параметрами, які характеризують організацію збору та процеси очистки за даною технологічною схемою, є: кількість забруднень, що утворюються в одиницю часу; відстань від районів обслуговування до місць можливого розташування берегових очисних споруд; швидкість доставки забруднень судами ОС з районів обслуговування до берегових очисних споруд [6].

Технічний флот відрізняється прив'язкою до обмеженої ділянки водного шляху. Для віддалених ділянок застосування суден типа ОС є не доцільним, тому в якості оптимального вирішення проблеми судових відходів більш перспективним є застосування сучасних автономних суден комплексної переробки відходів (СКПВ). Такі судна мають свої переваги: мобільність, обслуговування будь-якої судноплавної ділянки, максимальна ефективність, невеликі витрати на будівництво і експлуатацію [7]. Системи переробки окремих видів відходів, об'єднані в комплекси, зможуть забезпечувати високу якість очищення, відповідаючи вимогам природоохоронного законодавства.

Висновки. Забезпечення ефективного застосування комплексу природоохоронних технічних засобів з метою попередження забруднень навколишнього природного середовища при експлуатації суден, перш за все, залежить від правильної їх експлуатації. При цьому передбачається, що вибір технічних засобів з метою забезпечення виконання природоохоронних вимог для кожного району плавання є технічно і економічно обґрунтованим. Ефективна реалізація комплексу зазначених заходів, в свою чергу, забезпечується плануванням і контролем за реалізацією окремих заходів, формуванням мотивації всіх учасників цієї діяльності до виконання необхідних дій.

REFERENCES

- [1] Правила запобігання забрудненню із суден внутрішніх водних шляхів України. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України № 694 від 13.08.2007. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1167-07#Text>.
- [2] Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року (МАРПОЛ 73/78) (Редакція від 26.09.1997). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_009#Text.
- [3] Семенов Г.Н.(1999). Морской транспорт и экологическая безопасность. *Морская индустрия*, № 1(6). URL: <http://mi32.narod.ru/01-99.html>.
- [4] Reshnyak, V. I. (2017). Development of the complex of organizational activities for prevention of operating pollution inland waterways under navigation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.5. P. 965-972.
- [5] Леусенко І.В. (2017). Деякі аспекти управління відходами на судах. *Lex Portus*, № 3(5). С. 143-154.
- [6] Решняк В.И.(2012). Организация очистки нефтесодержащей подсланевой воды при эксплуатации судов. *Журнал университета водных коммуникаций*, № 1. С. 150-153.
- [7] Курников А.С., Мизгирев Д.С. (2010). Актуальность применения судов комплексной переработки отходов (СКПО) в современной системе обслуживания флота. *Журнал университета водных коммуникаций*, № 3. С. 34-42.

Litvak Serhii, Litvak Olga

TECHNICAL MEANS TO PREVENT ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE OPERATION OF SHIPS

An analysis of modern technical means and measures designed to prevent environmental pollution in the operation of ships, taking into account the provisions of MARPOL 73/78 and national environmental regulations. Variants of application of the ship nature protection equipment - installations for sewage treatment, shallow water, storage and utilization of waste and garbage are resulted. It is substantiated that when organizing environmental activities outside the vessel, the choice of treatment technology is determined by the possibility or expediency of using certain technical means, taking into account the specific conditions of the waterway and the type of ship.

Key words: oil-containing waters, wastewater, incinerator, ship-oil-garbage collector.

УДК 502.13(477.73)

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ДНОПОГЛИБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ОПЕРАЦІЙНИХ АКВАТОРІЙ ПРИЧАЛІВ ТА ВОДНИХ ПІДХОДІВ ДО НИХ
НА СМП «ОЛЬВІЯ»**

Ремешевська І. В., канд. техн. наук, доцент¹

Гурець Н. В.²

Білопольська Т. О.³

Худолій О.В.⁴

1,2,3,4 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

1,2,3,4 Україна, м. Миколаїв

1irynaremesh@gmail.com, 2natalya.gurets@nuos.edu.ua, 3info@sc-olvia.com, 4a.khudoleji@olv.uspa.gov.ua

Анотація. В роботі проаналізовано негативний вплив на навколишнє середовище експлуатаційних днопоглиблювальних робіт операційних акваторій причалів та водних підходів до них. Описано основні вимоги проведення експлуатаційного днопоглиблення. Наведено основні етапи програми екологічного моніторингу за станом водного середовища.

Ключові слова: екологічний моніторинг; програма екологічного моніторингу; днопоглиблювальні роботи; забруднення водного середовища.

Вступна частина. Основним видом негативного впливу на водне середовище при проведенні експлуатаційного днопоглиблення є замуління і хімічне забруднення вод нафтопродуктами і важкими металами. Найбільший внесок у забруднення водного середовища спостерігається під час проведення днопоглиблювальних робіт і дампіну ґрунтів на підводний відвал.

З метою отримання достовірної інформації про екологічний стан та зміну параметрів навколишнього середовища в зоні впливу днопоглиблювальних робіт протягом певного проміжку часу проводиться екологічний моніторинг. Підставою для його проведення є вимоги природоохоронного законодавства [1,3,4], відповідно до яких гідротехнічні роботи обов'язково повинні супроводжуватися комплексним екологічним моніторингом водного середовища в зонах виробничої діяльності.

Основна частина. В ході виконання експлуатаційних днопоглиблювальних робіт операційних акваторій причалів, водних підходів до них, поглибленого району з якірною стоянкою №363 спеціалізованого морського порту «Ольвія» було заплановано здійснити підчищення природних наносів для досягнення проектних паспортних глибин. Всього для досягнення проектних паспортних габаритів було необхідно розробити 681,87 тис. м³. Загальна площа виконання експлуатаційних днопоглиблювальних робіт - 102,9 га.

Експлуатаційні днопоглиблювальні роботи виконуються самохідним шаландовим земснарядом, розстановка якорів якого проводиться за допомогою мотозавозні. Після забору ґрунту, він завантажується на самохідні дизельні люкові шаланди.

Розвантаження шаланд, які вивозять ґрунт, проводиться на малому ходу через днищеві отвори при циркуляції навколо буя, що попередньо встановлений в центрі завантажувального блоку і світиться. Розміщення технічних засобів уточняється і деталізується в проекті виконання робіт з урахуванням їх спільної безпечної роботи. Для забезпечення складування необхідного обсягу ґрунтів експлуатаційного днопоглиблення використовуються діючі відвали, ґрунтомісткість яких дозволяє складувати необхідні обсяги ґрунтів, розроблених для досягнення і підтримки паспортних глибин.

В процесі виконання гідротехнічних робіт вплив на дорослих особин риб і промислових безхребетних незначний, так як вони можуть уникати районів, де спостерігається підвищена каламутність, хімічне забруднення, шумове занепокоєння та інше. Найбільш істотний негативний вплив гідротехнічних робіт може здійснюватися на ікру і ранню молодь риб, а також на гідробіонтів, які служать для риб кормовими об'єктами.

Тривалість виконання експлуатаційних днопоглиблювальних робіт залежить від гідрометеорологічних умов району і тривалості нерестового періоду. Відповідно до розрахунків, тривалість виконання всього обсягу робіт складе орієнтовно 70 діб. Календарний план виконання експлуатаційних днопоглиблювальних робіт виключає періоди нерестових заборон на вилов риб. У разі необхідності проведення робіт в періоди нерестових обмежень необхідно отримати необхідні дозвільні документи відповідно до чинного законодавства. До початку виконання експлуатаційних днопоглиблювальних робіт передбачається виконання водозлазного обстеження на площі 103 га на всіх ділянках днопоглиблення.

У підготовчий період здійснюється виконання водолазного обстеження дна ділянок, що підлягають днопоглибленню; виконання видалення (при необхідності) предметів захаращення і засміченості, що перешкоджають виконанню днопоглиблювальних робіт; виконання розбиття в натурі базису необхідного для складання електронних карт, на яких відображені кордони робочих прорізів; визначення причалу або ділянки акваторії для проведення профілактичного обслуговування суден земкарвану, прийому палива, води та інших технологічних потреб; виконання контрольних вимірювань і перевірки проектних обсягів робіт.

Вимоги про обов'язковий моніторинг за веденням гідротехнічних робіт з метою впровадження заходів, спрямованих на нейтралізацію і запобігання негативного впливу на навколишнє середовище, для більш повної оцінки величини екологічного навантаження на водне природне середовище при проведенні робіт містяться у висновках Державної екологічної експертизи та дозволах на проведення робіт на землях водного фонду [2,5].

В рамках робіт з екологічного моніторингу в районі проведення днопоглиблювальних робіт і дампіngu ґрунтів виконуються польові роботи (формування мережі спостережень, виконання натурних вимірювань, а також відбір проб для подальшого аналізу); лабораторні аналітичні дослідження проб; камеральні роботи (збір, обробка, узагальнення, аналіз фондової, літературної, польової інформації, оформлення протоколів і звітів за результатами моніторингу).

Програма екологічного моніторингу за станом водного середовища включає такі етапи, як визначення джерел можливого негативного впливу з урахуванням фізико-географічних, кліматичних та інженерно-геологічних умов району проведення робіт, технологічних рішень, календарного графіка виконання робіт та вивчення фонових характеристик водного середовища в районі проведення днопоглиблювальних робіт і дампіngu ґрунтів до початку робіт. Фоновий моніторинг проводиться з метою отримання інформації про рівні фонового забруднення водного середовища в зоні можливого впливу планованої господарської діяльності до початку її реалізації.

Підставою для розроблення програми екологічного моніторингу є матеріали оцінки впливу на навколишнє середовище експлуатаційного днопоглиблення операційних акваторій причалів та водних підходів до них спеціалізованого морського порту «Ольвія»; паспорти акваторій, що підлягають експлуатаційному днопоглибленню; контрольні проміри акваторій, що підлягають днопоглибленню.

Висновки. Основною особливістю проведення екологічного моніторингу експлуатаційного днопоглиблення операційних акваторій причалів та водних підходів до них є визначення джерел можливого негативного впливу з урахуванням фізико-географічних, кліматичних та інженерно-геологічних умов району проведення робіт, технологічних рішень, графіка послідовності виконання днопоглиблювальних робіт і дампіngu ґрунтів.

Список літератури.

[1] Водний кодекс України зі змінами (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995) . Верховна Рада України; від 06.06.1995 р. № N 214/95-ВР, 1995..

[2] Боголюбов, В. М., Клименко, М. О., Мокін, В. Б., Прилипко В. А. (2010). Моніторинг довкілля. Вінниця: ВНТУ, 232 с.

[3] ККД 31.0.017-2000. Інструкція по здійсненню відомчого моніторингу за станом об'єктів навколишнього природного середовища берегових підприємств морського транспорту. ДСТУ ШО 5667-1-2003.

[4] Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля (1998). Верховна Рада України; від 30 березня 1998 р. № 391

[5] Потапенко, В. Г., Шевчук І. В. (2013). Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання. Національний інститут стратегічних досліджень.

Remeshevskaya, I., Gurets, N., Bilopolska T., Khudolii O.

ECOLOGICAL MONITORING FEATURES OF EXPLOITATIVE dredging WORKS OF OPERATING AREAS OF WHARVES AND WATER APPROACHES TO THEM AT SMP "OLVIA "

The paper analyzes the negative impact on the environment of operational dredging works of the operating waters of berths and water approaches to them. The main requirements for operational dredging are described. The main stages of the program of ecological monitoring of the state of the aquatic environment are given.

Key words: ecological monitoring; environmental monitoring program; dredging works; water pollution.

УДК 628.47:504.064
**SWOT-АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ДЛЯ МІСТА
МИКОЛАЄВА**

Л. М. Маркіна, к.т.н., доцент

e-mail: markserg@ukr.net

С. Ю. Ушкац, к.фіз.-мат. наук

e-mail: svitlana.uskats@nuos.edu.ua

Н. Ю. Жолобенко

e-mail: nataliya.zholobenko@nuos.edu.ua

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Проведений стратегічний аналіз системи поводження з твердими побутовими відходами в місті Миколаєві, що забезпечує можливість досягнення рівня «нульових відходів». Визначено потенціал внутрішніх перетворень і обмеження стратегічного розвитку.

Ключові слова: тверді побутові відходи, стратегічне планування, SWOT-аналіз, «нульові відходи».

Вступ. В ряді екологічних проблем, які потребують негайного вирішення, проблема твердих побутових відходів (ТПВ) набуває все більшої актуальності. Функціонуючі в розвинених країнах світу системи поводження з ТПВ в силу ряду об'єктивних і суб'єктивних причин не можуть бути адаптовані до умов України. Прийнятий в 1998 році Закон України про відходи [1], в 2004 році Національна програма поводження з твердими побутовими відходами [2] і розроблена на її основі Міська цільова програма поводження з побутовими відходами [3], також не забезпечують можливість створення ефективної системи поводження з ТПВ.

В даний час базовими стратегіями управління ТПВ є:

- мінімізація утворення відходів споживання;
- максимізація залучення компонентів ТПВ в ресурсно-продуктовий ланцюжок.

Для України реалізація першого стратегічного напрямку представляється проблематичною з огляду на дедалі більшої споживчої активності значної частини українців і відсутність ефективного організаційно-економічного механізму стимулювання еколого-орієнтованої поведінки населення країни.

У зв'язку з цим, створення вітчизняної системи поводження з ТПВ доцільно проводити, орієнтуючись на стратегію максимізації переводу компонентів таких відходів у вторинні матеріальні ресурси.

У перспективі такий підхід до вирішення проблеми ТПВ буде сприяти розширенню ресурсних можливостей національної економіки і підвищення її інтегральної еколого-економічної ефективності за рахунок досягнення рівня «нульових відходів» [4].

Матеріали і методи дослідження. Згідно з методологією сучасного менеджменту обов'язковим етапом процесу прийняття управлінських рішень (незалежно від природи проблеми) служить стратегічне планування.

Найбільш простим і доступним методом, що дозволяє оцінити різні аспекти зовнішнього і внутрішнього середовища, здатним допомогти у виборі оптимальної стратегії, є SWOT-аналіз, який базується на виявленні ступеня впливу потенційних небезпек і можливостей розвитку системи, обумовлених факторами зовнішнього оточення, на достоїнства і недоліки внутрісистемної конфігурації [5, 6].

Метою роботи є пошук відповідності переваг і недоліків системи поводження з ТПВ в місті Миколаєві, можливостей і загроз зовнішнього середовища та виявлення ресурсів підвищення ефективності її функціонування в майбутньому.

Результати дослідження та їх аналіз. Будь-який стан системи або процесу в певний момент часу порівняно легко може бути визначено і структуровано. Однак при розробці стратегії розвитку важливим моментом представляється комплексна оцінка поведінки системи в різних ситуаціях.

Загальноприйняті підходи до організації систем поводження з ТПВ та практичний досвід, накопичений в даній області, сьогодні вже не забезпечує вирішення природоохоронних завдань з урахуванням можливостей що знову з'являються і запобігання потенційних небезпек з боку зовнішнього оточення. Отже, зміни, що відбуваються, обумовлюють необхідність формулювання стратегічних цілей розвитку обговорюваної системи, реалізація яких буде сприяти її оптимізації та підвищенню ефективності функціонування.

Сучасна наука має ряд підходів до вибору стратегії розвитку систем на основі різних моделей. Одним з них є SWOT-аналіз – дослідження взаємовпливу сильних і слабких сторін, можливостей і небезпек, характерних для конкретних умов функціонування системи.

Процедура стратегічного планування з використанням SWOT-аналізу передбачає проведення наступних етапів дослідження:

- опис цілей системи;
- визначення можливостей і загроз, які можуть вплинути на розвиток системи;
- аналіз сильних і слабких сторін системи;
- формування стратегій на основі проведеного аналізу;
- обговорення необхідності прийняття конкретних заходів і оцінка їх наслідків;
- розробка обраної стратегії, - невідкладна реалізація стратегії;
- контроль здійснення стратегії і оцінка отриманих результатів.

Методологія SWOT-аналізу передбачає поетапне виявлення можливостей і загроз системи, її сильних і слабких сторін, з подальшим встановленням зв'язків між ними, які слід враховувати при формуванні стратегії розвитку системи. Для визначення найбільш вагомих факторів використовується матриця, що відображає інтенсивність прояву кожного з них.

Побудова матриці SWOT-аналізу (табл. 1), що враховує найбільш вагомі за ймовірністю здійснення і важливості впливу можливості і загрози зовнішнього середовища, сильні і слабкі сторони системи поводження з ТПВ в місті Миколаєві, дозволило провести об'єктивну оцінку стану системи і виділити основні орієнтири і обмеження її розвитку в майбутньому, а також потенціали внутрішніх перетворень і стратегічних переваг.

Таблиця 1 - SWOT-аналіз системи поводження з ТПВ у місті Миколаєві

<i>Фактори зовнішнього середовища</i>	
Можливості	Загрози
1. Розвиток ринку вторинних матеріальних ресурсів; 2. Поява інноваційних технологій і обладнання для утилізації компонентів ТПВ; 3. Вдосконалення законодавства, яке регулює відносини у сфері поводження з твердими відходами споживання; 4. Зростання екологічної свідомості населення. 5. Покращення та відновлення навколишнього середовища.	1. Відсутність механізму реалізації ряду законодавчих положень; 2. Слабке фінансування програм і проектів у сфері поводження з відходами; 3. Відсутність єдиного центру, що координує вирішення завдань, які стосуються проблеми накопичення ТПВ; 4. Нерозвиненість системи підготовки кадрів.
<i>Фактори внутрішнього середовища</i>	
Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Значний потенціал перевodu ТПВ у вторинні матеріальні ресурси; 2. Можливість отримання додаткових надходжень до міського бюджету за рахунок створення нових робочих місць і продажу продукції з утилізованих відходів.	1. Недостатня якість надання послуг з вивезення ТПВ; 2. Неналежає обслуговування сміттєзбірних майданчиків; 3. Недостатня кількість сучасних контейнерів для збору побутових відходів; 4. Відсутність сучасних ефективних технологій перероблення та утилізації ТПВ; 5. Велика кількість захоронення ТПВ на території міського полігона та необхідність зменшення навантаження на нього; 6. Потреба в ремонті під'їзних доріг до робочих карт на міському полігоні; 7. Низький рівень використання побутових відходів, як вторинної сировини; 8. Відсутність забезпечення системи роздільного збору відходів від населення та сортування на спеціальних лініях; 9. Неякісне фінансування послуг з вивезення та захоронення від населення; 10. Застарілий парк машин, механізмів та сміттєприбиральної техніки на підприємствах-перевізниках ТПВ; 11. Недостатній рівень екологічної освіти, виховання та свідомості населення міста Миколаєва; 12. Низький рівень участі громадськості у сфері поводження з відходами. 13. Низька рентабельність діяльності суб'єктів господарювання, що займаються утилізацією ТПВ; 14. Дефіцит професійних кадрів.

Обговорення результатів дослідження. Реалізація базових цілей і принципів сталого розвитку в якості однієї з першочергових завдань щодо задоволення потреб нинішнього і майбутніх поколінь передбачає вирішення проблеми ресурсозбереження, що безпосередньо пов'язано з розвитком ринків вторинних матеріальних ресурсів, впровадженням наукомістких технологій і сучасних технічних засобів промислового освоєння різних відходів, в тому числі ТПВ. Зазначені позитивні зміни у зовнішньому середовищі формують

сприятливі умови для появи нових організаційних форм господарської інтеграції в сфері обігу техногенних відходів. Для обговорюваної системи поводження з відходами вони виступають факторами, що ініціюють створення в межах міської території природоохоронного сектора, функціонування якого здатне забезпечити досягнення рівня «нульових відходів» в результаті підвищення кондиційності відокремлюваних вторинних матеріальних ресурсів, їх рециклінгу та утилізації. Наслідком цього має стати:

- створення нових робочих місць;
- збільшення фінансових надходжень до місцевого бюджету;
- поліпшення екологічної ситуації та якості життя міського населення,

тобто отримання відчутного синергетичного ефекту.

Крім того, такі фактори як вдосконалення природоохоронного законодавства і зростання екологічної свідомості громадян також здатні позитивно впливати на вибір стратегічних орієнтирів, що проводять більше ефективне використання власних активів системи поводження з ТПВ.

В результаті аналізу слабких сторін та можливостей, встановлено, що зміцнення ринкових відносин в сфері поводження з відходами, який поєднується з інноваційними, технологічними перетвореннями, гармонізацією нормативно-правової бази і підвищенням екологічної культури населення, має сприяти формуванню у городян:

- економічної мотивації до активної участі в управлінні ТПВ;
- підвищенню рентабельності господарської діяльності з переробки та утилізації ТПВ;
- розвитку системи навчання і підготовки відповідних фахівців.

Іншими словами, використання можливостей зовнішнього оточення для подолання слабкостей системи дозволяє визначити потенціал її внутрішніх перетворень, до яких слід вдатися при формуванні стратегічних планів розвитку.

Вплив загроз зовнішнього середовища на сильні сторони системи поводження з ТПВ, що підсилюють прояв можливих факторів ризику, чинить негативний вплив на її розвиток. Так, відсутність механізму надання податкових пільг суб'єктам господарювання, які мають намір займатися сортуванням та утилізацією компонентів ТПВ, є однією з причин, що гальмують створення системи. Очевидно, послідовне усунення виявлених загроз здатне забезпечити системі поводження з ТПВ потенційні стратегічні переваги, які полягають, наприклад, у відмові від полігонного розміщення ТПВ та більш раціональному (в господарських цілях) використанні територій що вивільняються.

Аналіз слабких сторін та загроз показав, що неефективна нормативно-правова база, недостатнє фінансування, недосконала система кадрового забезпечення та відсутність координуючого центру суттєво обмежують розвиток системи поводження з ТПВ.

Висновок. Таким чином, в результаті проведеного аналізу виявлено оптимізаційний ресурс системи, що забезпечує можливість досягнення рівня «нульових відходів».

Список джерел:

1. Закон України Про відходи *Відомості Верховної Ради України* № 36-37 (1998).
2. Постанова КМУ Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами № 265 (2004).
3. Міська цільова програма поводження з побутовими відходами на 2020-2022 роки № 56/66 (2019).
4. Губанова Е. Р., (2008). SWOT-анализ системы обращения с муниципальными отходами. *Вісник Одеського державного екологічного університету*, (5), 37-41.
5. Немцов В. Д., Довгань Л. Є., (2001) *Стратегічний менеджмент*. Київ: ТОВ «УВПК «ЕксОб».
6. Любаненко А. В., Цибульский В. Р. (2003) Особенности SWOT-анализа при выборе стратегии развития. *Вестник кибернетики*, (2), 126-134.

Markina L.M., Ushkats S.Yu., Zholobenko N.Yu.

SWOT-ANALYSIS OF THE SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM FOR THE CITY OF MYKOLAYEV

The strategic analysis of system of treatment of solid household waste in the city of Nikolayev that provides an opportunity of achievement of level of «zero waste» is carried out. The potential of internal transformations and limitations of strategic development are determined.

Keywords: solid household waste, strategic planning, SWOT-analysis, «zero wastes».

УДК 504:657

ЕКОЛОГІЧНИЙ ОБЛІК В СИСТЕМІ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Погорєлова О.В. - к.е.н., професор кафедри «Облік і економічний аналіз»

Чуприна А.С. - магістрант спеціальності «Облік і оподаткування»

oblikianaliz@gmail.com

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

oblikianaliz@gmail.com

Анотація. Розкрито сутність поняття «екологічна діяльність». Обґрунтовано необхідність ведення екологічного обліку на промислових підприємствах, з метою інформаційного забезпечення. Стосовно екологічних аспектів господарської діяльності визначено об'єкти екологічного обліку.

Ключові слова: екологія, екологічна діяльність, екологічний облік, екологічні витрати.

Концепція стійкого розвитку, яка була прийнята на конференції ООН в 1992 році, не тільки не зменшила своєї актуальності, але й продовжує ставити ряд нових екологічних, економічних і соціальних завдань.

Сьогодні важливою проблемою для економіки є визначення впливу процесів екологізації на результати господарської діяльності підприємства. Вирішення цієї проблеми потребує формування масиву екологічної інформації, що в свою чергу є основою виникнення і розвитку екологічного обліку. Сьогодні, серед науковців відсутня єдина точка зору на поняття екологічного обліку.

Більшість зарубіжних дослідників розглядає екологічний облік промислових підприємств як сукупність методів управлінського та фінансового обліку з метою складання екологічної звітності, а також аналізу витрат і результатів виробничої діяльності.

Заслуговує на увагу погляди Рубанової Н.Н., яка визначає екологічний облік як процес збору, реєстрації, узагальнення та відображення в системі природоохоронних витрат, природних активів, екологічних фондів, резервів і зобов'язань, а також результатів діяльності господарських суб'єктів з метою управління і визначення екологічного потенціалу підприємства.[6]

На думку К.С. Саєнко, екологічний облік - це система збору, реєстрації та узагальнення інформації в натуральному та грошовому виразі про природні ресурси, екологічні зобов'язання, господарські операції природоохоронної діяльності організації шляхом суцільного безперервного обліку природокористування господарюючого суб'єкту. [4]

Сахно Л.А. визначає облік як систему виявлення, вимірювання, реєстрації накопичення, узагальнення, зберігання, обробки і підготовки релевантної інформації про діяльність підприємства в галузі природокористування для прийняття оптимальних рішень. [2]

Аналізуючи визначення екологічного обліку, можна виділити загальний підхід к тому, що об'єктом екологічного обліку є перед усім природоохоронна діяльність.

Вважаємо, що для більш чіткого розуміння сутності екологічного обліку доцільно використовувати термін «екологічна діяльність».

Екологічна діяльність підприємства – це відповідний сегмент його операційної діяльності, який повинен забезпечити баланс між суспільними інтересами та інтересами підприємства, у результаті функціонування якого має бути максимально збережене природне середовище.

На нашу думку, екологічна діяльність підприємства - це господарська діяльність, результати якої оцінюються не тільки отриманням визначеного прибутку, але й посиленням стійкого розвитку підприємства, зростання його вартості з урахуванням еколого - орієнтованих факторів.

Екологічна діяльність на підприємстві пов'язана, насамперед, з відповідними витратами, доходами та зобов'язаннями, які впливають на економічні показники роботи підприємства. Все це з необхідністю потребує вести бухгалтерський облік екологічних наслідків.

Таким чином, екологічний облік - це формування системи інформації щодо екологічної діяльності відповідно з нормативними вимогами облікової інформації і складання екологічної звітності.

Екологічний облік є складовою частиною інформаційних систем підприємства, які стосуються екологічних аспектів господарської діяльності. Тому екологічний облік включає в себе елементи оперативного статистичного і бухгалтерського обліку.

Безумовно, екологічний облік є самостійний напрям бухгалтерського обліку. Між бухгалтерським та екологічним обліком є взаємозв'язок та взаємозалежність. На рівні підприємства екологічний облік здійснюється в контексті діючих стандартів фінансового та управлінського обліку.

Мета екологічного обліку - це інформаційне забезпечення і аналіз взаємозв'язку екологічної і економічної складової господарської діяльності, визначення екологічних ризиків та шляхів їх мінімізації.

З однієї сторони екологічний облік виступає як засіб планування, управління і контролю за впливом підприємства на навколишнє середовище, інструментом відображення витрат і результатів природоохоронних заходів. З другої сторони, екологічний облік забезпечує менеджмент підприємства систематизованою базою даних про еколого-орієнтовані процеси, у тому числі відображення зовнішніх екстерналій і ефектів.

Екологічний облік повинен виявляти та відображати у грошовій формі зовнішні ефекти. Вирішення цієї проблеми можливе за умови використання двох різних підходів:

- внесення уточнень до системи традиційного обліку, перш за все, більш детальним і диференційованим відображенням екологічних аспектів діяльності підприємства, включаючи всі витрати на проведення природоохоронних заходів, а також змін, що викликаються ними у бухгалтерському балансі підприємства;

- реорганізація та розширення обліку, у тому числі за допомогою складання екобалансів для більш повного відображення зовнішніх екологічних витрат, як і ефектів виробничої діяльності.

Важливим етапом формування екологічного обліку є визначення його об'єктів. Вирішення цього питання також не має однозначних поглядів, серед вчених які розглядають цю проблему.

Так, М.В. Замула, Н.Л. Липова, В.В. Травин досліджують екологічні зобов'язання як об'єкт бухгалтерського обліку, екологічні доходи і витрати, фінансові результати від екологічної діяльності.

Деякі вчені досліджують такі об'єкти обліку екологічної діяльності, як капітальні інвестиції, поточні витрати, джерела фінансування екологічної діяльності [7].

Дуже важливим в цьому є уточнення облікової політики підприємства, виокремлення основних груп екологічних витрат, формування складу статті «Екологічні витрати» у собівартості продукції, застосування карток обліку операційних та інвестиційних витрат, відомості обліку сукупних екологічних витрат, відомості аналітичного обліку екологічних зобов'язань, застосування аналітичних рахунків для обліку екологічних витрат, розробка методичних рекомендацій щодо обліку та виконання комплексного аналізу екологічних витрат, застосування показника ефективності екологічних витрат.

Ми розділяємо погляди вчених які вважають, що до об'єктів екологічного обліку треба віднести ті об'єкти які відображають специфіку екологічної діяльності, тобто пов'язані з антропогенними факторами.

Формування та подальший розвиток екологічного обліку зумовлено наступним:

- рахунки підприємства повинні відображати як вплив господарської діяльності на стан навколишнього середовища, так і вплив екологічної діяльності на фінансовий стан підприємства;

- інвесторам для прийняття рішень необхідно мати в розпорядженні інформацію щодо екологічної діяльності та екологічних витратах;

- необхідно виявити і перерозподілити екологічні витрати так, щоб це реально відображалось в калькуляції собівартості продукції, а інвестиційні рішення базувалися на реальних витратах та вигод;

- екологічний облік повинен забезпечити стійкий розвиток підприємства.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Савченко О.Ф., Дацій О.І., Байда А.О., Зима Г.М. Екологічні витрати//Проблеми права, обліку та оподаткування//Екологічна наука, №5, 2015 р.;
2. Сахно Л.А. Екологічний облік і аудит в реформуванні традиційної системи обліку на підприємстві;
3. Облік і фінанси АПК: Бухгалтерський портал
4. Саенко К.С. Учет экологических затрат//Н.: Финансы и статистика 2005.376с.;
5. Chkhutnashvili L.V. Environmental accounting // Management accounting 2012.№ 11, p.69-78.;
6. Rubanova N.N. Environmental accounting in the construction industry 2016 с.214-230.;
7. Замула М.В., Липова Н.Л. Бухгалтерский учет экологических обязательств потребителей//Международный бухгалтерский учет 2014.№ 22, с.55-63.;
8. Селезньова О.В. Особливості аналізу взаємозв'язку капітальних інвестицій та поточних витрат на природоохоронні заходи 2015. с 175.
Pohorelova O.V., Chupryna A.S.

An ecological account is in the system of record-keeping on industrial enterprises

Abstract. Essence of concept "ecological activity" is exposed. The necessity of conduct of ecological account is reasonable on industrial enterprises, with the aim of dataware. In relation to the ecological aspects of economic activity the objects of ecological account are certain.

Keywords: ecology, ecological activity, ecological account, ecological charges.

УДК 657.471

КЛЮЧОВІ ПРОБЛЕМИ ОБЛІКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА

Баланенко Олена Георгіївна - ст.викладач кафедри «Облік і економічний аналіз»

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

balanenkoelena@i.ua

Анотація: Розглянуто ключові проблеми обліку екологічних витрат, їх вплив на природоохоронну діяльність, приведена розгорнута класифікація. Виявлено проблему необхідності екологізації. Також запропоновані шляхи удосконалення обліку.

Ключові слова: екологічні витрати, облік, природоохоронна діяльність, екологізація.

У світовому суспільстві та в Україні одне з перших місць займає проблема довкілля, а саме проблема зменшення викидів у довкілля та проблема зниження екологічних витрат на підприємствах.

Також відкритими залишаються питання обліку та аналізу екологічних витрат підприємства, які дуже важливі у розрізі прийняття управлінських та технологічних рішень, пов'язаних зі зменшенням негативного впливу підприємства важкої промисловості.

Питання з бухгалтерського обліку, пов'язаних з екологічною діяльністю в різні періоди досліджували такі вчені-економісти, як: Н. А. Букало, Ф. Ф. Бутинець, О. М. Кондратюк, Н.°М. Малюга, Л. Г. Мельник, Л. М. Очеретько, Н. Є. Потапенко, Р. Адамс, В. Лень, та інші.

Зокрема, науковцем О. М. Кондратюк [1] розроблено рекомендації щодо удосконалення обліку і аналізу екологічних витрат промислових підприємств та практичному їх використанні в процесі прийняття управлінських рішень з охорони навколишнього природного середовища.

Автор Л.М. Очеретько [3] у своїй дисертації визначає екологічні витрати як особливий об'єкт бухгалтерського екологічного обліку та економічного екологічного аналізу й виділяє три групи таких об'єктів: платежі за освоєння, видобуток, використання природних ресурсів та їх відтворення, охорону або природоресурсні платежі; екологічні платежі; природоохоронні витрати.

На нашу думку під екологічними витратами можна розуміти всі витрати пов'язані із здійсненням екологічної діяльності: витрати за користування всіма природними ресурсами, витрати на охорону навколишнього природного середовища, витрати на усунення негативних наслідків, витрати на дослідження та відтворення природних ресурсів.

Основною метою даного типу витрат є загальна екологізація підприємства. Сьогодні під екологізацією розуміють процес поступового і послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів і умов поряд з покращенням або хоча б збереженням якості природного середовища. В соціально-економічному плані екологізація повинна спиратися на перехід до природозберігаючих методів господарювання, а в технічному – на екологізацію технологій виробництва і природокористування.

На нашу думку під екологічними витратами можна розуміти всі витрати пов'язані із здійсненням екологічної діяльності: витрати за користування всіма природними ресурсами, витрати на охорону навколишнього природного середовища, витрати на усунення негативних наслідків, витрати на дослідження та відтворення природних ресурсів.

Отже, категорія екологічних витрат стосується багатьох аспектів:

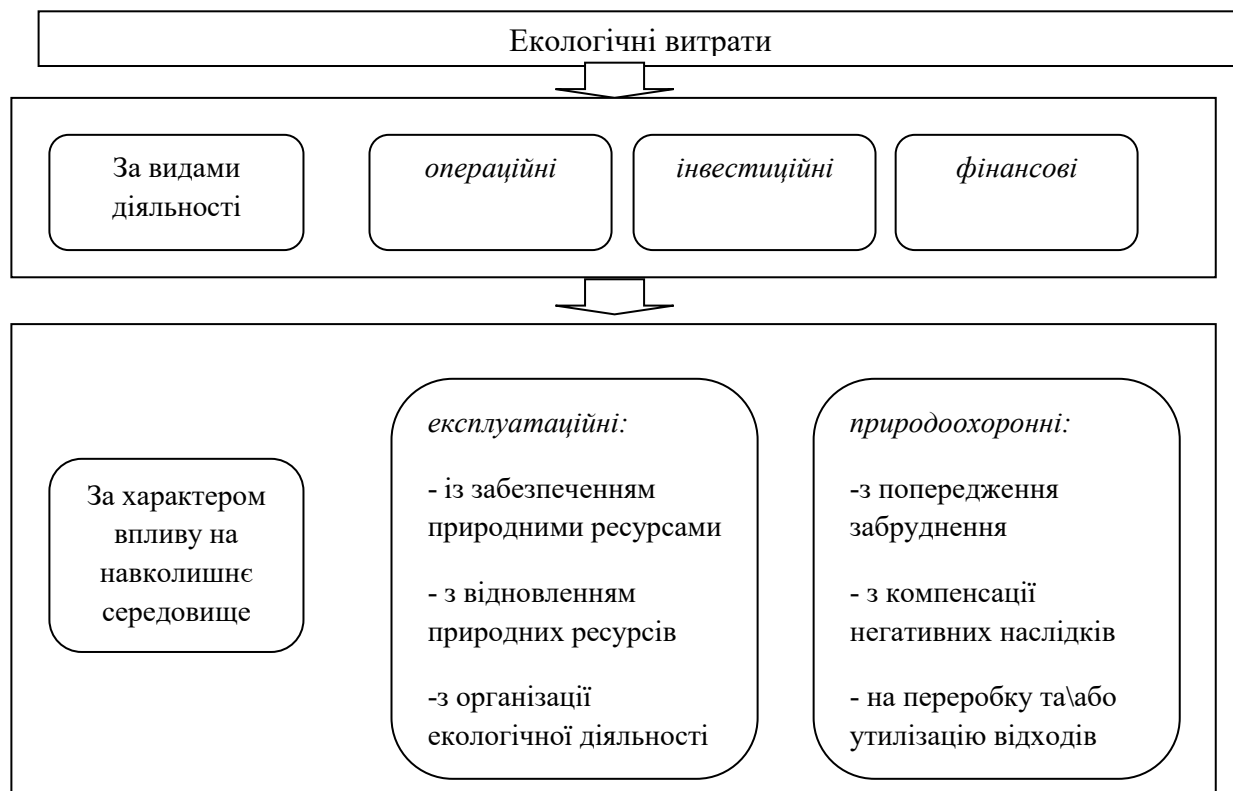
витрати на охорону атмосферного повітря і проблеми зміни клімату, витрати на очищення зворотних вод;

Отже, категорія екологічних витрат стосується багатьох аспектів:

- витрати на поводження з відходами, у тому числі за окремими напрямками;
- витрати на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод;

- витрати на зниження шумового і вібраційного впливу (за винятком заходів для охорони праці);
- витрати на збереження біорізноманіття і середовища існування;
- витрати на забезпечення радіаційної безпеки;
- витрати на науково-дослідні роботи природоохоронного спрямування та інші витрати природоохоронної діяльності [2, с. 211].

Підсумовуючи вищесказане, класифікацію доцільно відобразити у вигляді схеми.



бюджетів було профінансовано лише 8,2 % таких витрат. Найбільша частка витрат на охорону навколишнього природного середовища припадає на витрати власних коштів підприємств та організацій – 77,0 %, інші джерела фінансування склали 14,8 %. Як показало дослідження найбільша частка екологічних витрат сформована власними коштами підприємств, організацій, установ за регіонами. Тому доцільно такі витрати окремо показувати в обліку та звітності підприємств [4, с. 134].

Проте, бухгалтерський облік, на сьогодні не здатен враховувати екологічний вплив підприємства, установ, організацій на навколишнє природне середовище та інформаційно забезпечити на належному рівні екологічне управління.

Отже, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – необхідна умова сталого економічного та соціального розвитку України. Екологічна діяльність підприємства пов'язана з відповідними витратами, які прямо чи опосередковано впливають на економічні показники діяльності підприємства.

Сьогоднішній бухгалтерський облік не здатний враховувати екологічний вплив підприємства на навколишнє природне середовище. Тому постає необхідність в удосконаленні законодавчо-нормативної бази системи бухгалтерського обліку, а також модернізації бухгалтерської та управлінської політики підприємства з огляду на потреби природоохоронної діяльності.

На нашу думку, необхідне затвердження додаткової системи плану рахунків і реєстрів обліку щодо екологічних витрат, внесення змін у національні положення (стандарти) бухгалтерського обліку, врахування в обліковій політиці підприємства особливостей його господарської діяльності при визначенні екологічних витрат.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Кондратюк О.М. Облік і аналіз екологічних витрат промислових підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.09 / О. М. Кондратюк. – Київ. – 2008. – 260 с.

2. Статистичний збірник Довкілля України за 2018 рік. За редакцією О. М. Прокопенко. – Київ: 2019. – 225 с.
3. Очеретько Л.М. Удосконалення обліку витрат екологічної діяльності / Л.М. Очеретько // Економіка і держава – 2018 – №1 – с. 50-54
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2016 році / Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації – 2017 – 247 с.
5. Букало Н.А. Екологічні витрати, їх економічна природа та стан / Н.А. Букало // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки – 2019 – с. 128-137

Balanenko O.H.

KEY PROBLEMS OF ACCOUNT

ECOLOGICAL CHARGES OF ENTERPRISE

Abstract. The article considers the main problems of accounting for environmental costs and their impact on environmental activities. Detailed cost classification is also provided. The problem of the need for greening is considered. The authors proposed ways to improve cost accounting.

Keywords: environmental costs, accounting, environmental activities, greening.

УДК 66.094.3

ВПЛИВ НАКОПИЧУВАННЯ ПРОДУКТІВ ОКИСНЮВАННЯ H₂S НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД СІРКОВОДНЮ

Пацурковський П. А., к.т.н., Лейбович Л. І., к.т.н., доцент

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Україна, м. Миколаїв, пр. Героїв України, 9.

E-mail: pavlo.patsurkovskyi@nuos.edu.ua, recycle@mksat.net

Анотація. Проведено експериментальні дослідження очищення повітря від сірководню при використанні в якості абсорбенту дистильованої води, аніліну дистильованої води та аніліну водопровідної води. Встановлено, що хімічні реакції окиснення сірководню протікають на поверхні контакту фаз. Отримано залежність константи швидкості хімічної реакції від тривалості експерименту.

Ключові слова: сірководень, абсорбційно-електрохімічний метод, масообмінні процеси, продукти окиснення сірководню.

Виділення шкідливих речовин в повітря поблизу каналізаційних насосних станцій (КНС) є однією з проблем перекачування каналізаційних стоків. В атмосферному повітрі на прилеглих до КНС територіях були виявлені двоокис азоту, аміак, метан, сірководень, окис вуглецю та інші шкідливі речовини [1,2]. Концентрація сірководню в повітрі поблизу КНС значно перевищує концентрації інших забруднюючих речовин. У зв'язку з цим видалення сірководню з повітря робочої зони при експлуатації КНС є актуальною проблемою охорони навколишнього середовища.

Останнім часом достатньо ефективно зарекомендував себе абсорбційно-електрохімічний метод очищення повітря від сірководню [3,4]. Даний метод є найбільш м'яким і добре регульованим методом очищення повітря від сірководню в робочій зоні. Основні переваги цього методу полягають в тому, що він дозволяє отримувати велику поверхню контакту фаз та відносно легко регенерувати властивості абсорбенту.

Недоліком методу є дуже малий час (до 10 мс) існування поверхні контакту фаз [5], яка абсорбує сірководень з повітря. При такому значенні часу існування краплини рідини глибина проникнення сірководню у товщу краплі не перевищує $1 \cdot 10^{-6}$ м. Крім того, навіть при швидкості ковзання краплини рідини відносно потоку повітря до 15 м/с не спостерігається значної циркуляції рідини у каплі за рахунок впливу потоку повітря [5]. Масообмінні процеси при абсорбції з повітря сірководню краплинами води визначаються відповідно теорії проникнення Хігбі. Отже, основна маса рідини не приймає участі у абсорбційному процесі. Це потребує декілька послідовних ступенів диспергування абсорбенту для отримання високої ефективності очищення повітря від сірководню.

Окиснення сірководню призводить до утворення елементарної сірки та оксидів сірки. Основними продуктами і напівпродуктами окиснення є елементарна сірка (S^0), тіосульфат ($S_2O_3^{2-}$), сульфат (SO_3^{2-}), і сульфат (SO_4^{2-}) іони [6]:





Оскільки константи швидкості проходження реакцій окислення дуже різняться [5,6], то ефективність очищення повітря від сірководню залежить від того, яка з вказаних реакцій превалює у тонкому шарі рідини на поверхні контакту фаз. Це обумовлено умовами протікання реакцій та коефіцієнтами дифузії сірководню та кисню в цьому шарі рідини.

Отже, мета роботи полягає в визначенні умов проходження реакцій окиснення та впливу накопичування продуктів реакцій окислення у краплинах води, на поверхні котрих здійснюється окиснювання сірководню при сумісній абсорбції останнього киснем з повітря.

Важливо відзначити, що коефіцієнти дифузії сірководню і кисню в воді при 20 °С [7] є дуже низькими $D_{\text{H}_2\text{S}} = 1,41 \cdot 10^{-9}$ м²/с, $D_{\text{O}_2} = 1,8 \cdot 10^{-9}$ м²/с. Коефіцієнти дифузії сірководню і кисню в повітрі є суттєво більшими та відповідно складають $D_{\text{H}_2\text{S}} = 1,27 \cdot 10^{-5}$ м²/с, $D_{\text{O}_2} = 1,78 \cdot 10^{-5}$ м²/с при 0 °С. Отже, вищенаведені дані по коефіцієнтам дифузії вказують на те, що швидкість надходження кисню і сірководню до поверхні краплі приблизно на чотири порядки перевищує швидкість потоку сірководню вглиб краплі. Таким чином, при швидкості переміщення фронту хімічної реакції близько $3 \cdot 10^{-4}$ м/с [5] реакції (1-4) проходять практично на поверхні контакту фаз і вглиб краплі рухаються лише продукти реакцій. При швидкостях дифузії близько 10^{-4} – 10^{-5} м/с глибина переміщення продуктів реакції не перевищує 1 мкм при часі існування краплі до 10 мс. Таким чином, можна припустити, що на поверхні краплі існує підвищена концентрація продуктів хімічних реакцій окиснення сірководню.

З метою визначення впливу продуктів реакцій, котрі знаходяться у поверхневому шарі рідини при контакті фаз були проведені експериментальні дослідження ефективності окислювання сірководню. Детальна схема експериментального стенду представлена в роботі [3]. Дослідження проводились при використанні в якості абсорбенту дистильованої води, аноліту дистильованої води та аноліту водопровідної води.

Вибір абсорбентів для експерименту здійснювався виходячи з наступних міркувань:

- у дистилаті немає домішок розчинених речовин, котрі якимось чином впливали б на хімічні реакції (1-4);
- електрохімічна активація дистильованої води з отриманням електричного потенціалу на поверхні краплі до + 0,25 В інтенсифікує окиснювання сірководню в водній фазі;
- електрохімічна активація водопровідної води з розчиненням NaCl створює значну кількість ClO^- , котра сприяє інтенсифікації окиснювання сірководню у воді [5,8].

За результатами якісного аналізу сульфат-іони (SO_4^{2-}) та колоїдна сірка не були виявлені у складі продуктів окислення сірководню. Заміри концентрацій $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} проводилися у воді, котра сепарувалась після контактного апарату згідно методики представленої в роботі [9]. Деякі данні вимірювань сумарної концентрації $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} наведені в табл.1.

Таблиця 1. Результати вимірювань сумарної концентрації $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} в продуктах окиснення сірководню

Час, с	0	60	120	350	660
Сумарна концентрація $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} , моль·екв/дм ³	0	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$24,5 \cdot 10^{-6}$	$35,3 \cdot 10^{-6}$	$41,4 \cdot 10^{-6}$

За результатами вимірювань в рамках експериментальних досліджень було встановлено, що після контакту крапель рідини (з концентрацією кисню близько 7 мг/л) з потоком повітря, що містить сірководень, відбувається зниження концентрації кисню в рідкій фазі приблизно на 0,4 - 0,6 мг/л. Враховуючи, що початкова концентрація сірководню в експериментах не перевищувала 0,1 мг/л, можна зробити висновок, що реакція окиснення проходила з надлишком кисню у щонайменше понад 70 разів. Таким чином, розрахунок константи швидкості хімічної реакції можна виконувати згідно реакції псевдопершого порядку. Результати розрахунків представлено на рис.1.

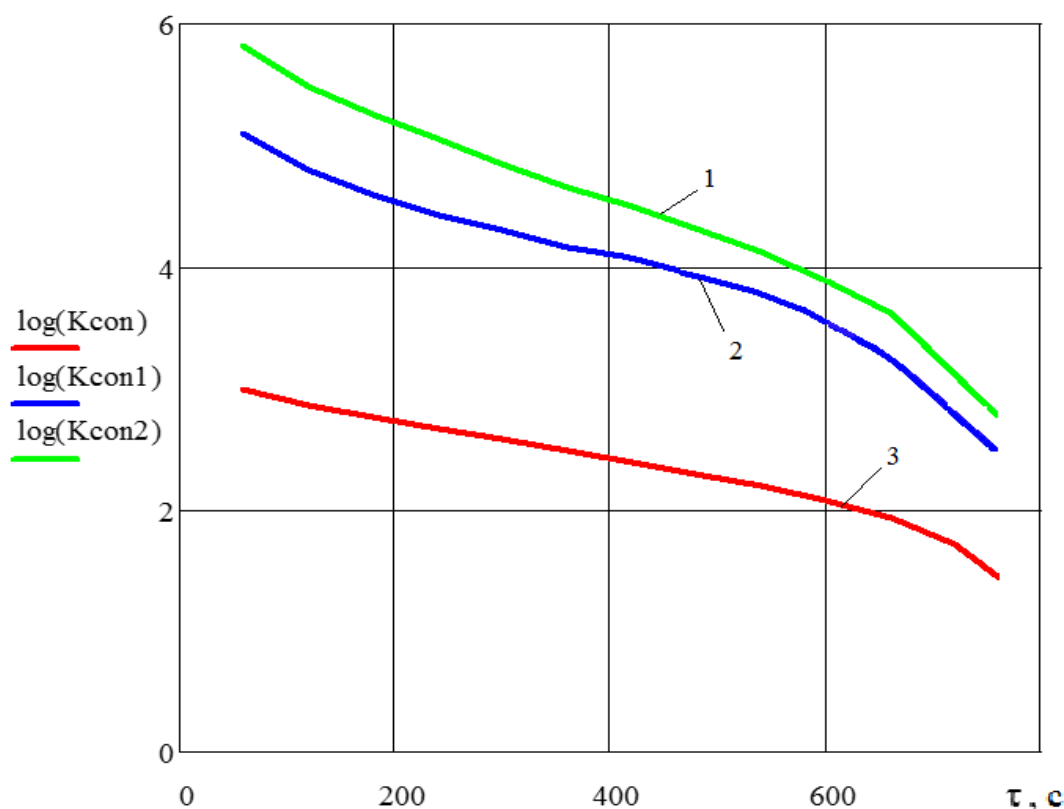


Рис.1. Залежність константи швидкості хімічної реакції від тривалості експерименту:

1 – аноліт водопровідної води, 2 – аноліт дистильованої води, 3 – дистильована вода

При використанні всіх трьох абсорбентів спостерігається спад константи швидкості хімічної реакції, який може пояснюватись накопиченням продуктів окиснення сірководню за рахунок циркуляції абсорбентів по замкнутому контуру. Використання в якості абсорбенту аноліту дистильованої води забезпечує більш високе значення константи швидкості хімічної реакції, що пояснюється наявністю окислювально-відновлюваного потенціалу (ОВП) на поверхні контакту фаз. При використанні аноліту водопровідної води ефективність окиснення є ще вищою через наявність у воді активного хлору, який утворюється при електролізі хлориду натрія.

Порівняння отриманих даних констант швидкостей з даними щодо довільного окиснення сірководню у водопровідній та морській воді [6] вказує на те, що процеси протікають більш інтенсивно при електрохімічній активації водопровідної води та дистилату.

Висновки. В роботі представлено експериментальні дослідження очищення повітря від сірководню при використанні в якості абсорбенту дистильованої води, аноліту дистильованої води та аноліту водопровідної води. Встановлено, що продуктами окиснення сірководню є тіосульфат-іони ($S_2O_3^{2-}$) та сульфат-іони (SO_4^{2-}).

REFERENCES

- [1] Sivret, E. C., Nhat Le-Minh, Bei Wang, Xinguang Wang, Hung Le, Richard M. Stuetz. (2014). Impact of sewer emission dynamics on campaign design monitoring. *Chemical Engineering Transactions*, 40, 43-48. doi: 10.3303/CET1440008.
- [2] Лосева, Я. П., Мищенко, Я. В., Гриванова, С. М. (2013). Эффективность рассеивания испарений от резервуаров канализационных очистных сооружений города Владивостока. *Фундаментальные исследования*, 11, 1383-1388.
- [3] Leybovych, L. I., Patsurkovskiy, P. A. (2015). Influence of water salinity on air purification from hydrogen sulfide. *Проблеми регіональної енергетики*, 3 (29), 92-99.
- [4] Лейбович, Л. И., Пацурковский, П. А. (2015). Окисление сероводорода во влажном воздухе. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*, 71, 85-90.

- [5] Пацурковський, П. А. (2017). Удосконалення екологічно безпечного абсорбційно-електрохімічного методу очищення повітря від сірководню. (Дис. канд. техн. наук). Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук.
- [6] Cline, J. D., Richards, F. A. (1969). Oxygenation of hydrogen sulfide in seawater at constant salinity, temperature and pH. *Environ. Sci. Technol.*, 838–843. doi: 10.1021/es60032a004.
- [7] Григорьев, Л. Н., Буренина, Т. И. (2013). Основы расчета оборудования для химической очистки и обезвреживания выбросов: учебное пособие. СПб: СПб ГТУ РП.
- [8] Юркевич, А. Б. (2003). Влияние удельного расхода электричества на физико-химические параметры анолита и католита. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2 (2), 100-107.
- [9] Лурье, Ю. Ю. (1984). Аналитическая химия промышленных сточных вод. Москва: Химия.

Patsurkovskyi P. A., Leybovich L. I.

IMPACT OF THE ACCUMULATION OF H₂S OXIDATION PRODUCTS ON THE EFFICIENCY OF AIR PURIFICATION FROM HYDROGEN SULFIDE

Abstract. *Experimental studies of air purification from hydrogen sulfide using distilled water, distilled water anolyte and tap water anolyte as an absorbent were carried out. It was established that the hydrogen sulfide oxidation reactions take place on the surface of phases contact. The dependence of the chemical reaction rate constant on the experiment duration was obtained.*

Keywords: *hydrogen sulfide, absorptively-electrochemical method, mass transfer processes, hydrogen sulfide oxidation products.*

УДК 532.593

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОГРАДИТЕЛЬНОЙ ДАМБЫ МОРСКОГО КАНАЛА ДУНАЙ-ЧЕРНОЕ МОРЕ

Терещенко Лидия Николаевна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник¹,
Хомицкий Виталий Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник²
Воскобойник Владимир Анатолиевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник³,
Островерх Борис Николаевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник⁴,
Ткаченко Виктор Алексеевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник⁵
Институт гидромеханики НАНУ
Украина, Киев

¹litere70@gmail.com, ²homickey@ukr.net, ³vlad.vsk@gmail.com, ⁴ostro@ukr.net, ⁵tkachenkob@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлены результаты математического и физического моделирования по совершенствованию ограждающей дамбы морского подходного канала глубоководного судового хода Дунай - Черное море. На базе теоретических и экспериментальных исследований предложена новая ступенчатая форма дамбы, которая выдерживает штормовые волновые нагрузки.

Ключевые слова: оградительная дамба, трансформация волн, циркуляция, деформация дна, волновое нагружение.

Введение

Увеличение объемов грузоперевозок между центральными и северными европейскими странами и странами черноморского побережья требует увеличения судоходства по реке Дунай, которая является самой большой международной водной артерией Европы. Углубление устья Быстрый Килийской дельты Дуная обеспечивает реализацию транспортной магистрали седьмого международного транспортного коридора, который объединяет страны Европы и Азии. Защита Морского канала глубоководного судового хода Дунай-Черное море от наносов во время штормов северного и северо-восточного направления, которые являются самыми мощными на этой акватории Черного моря, обеспечивается защитной оградительной дамбой. Кроме того, эта дамба дает возможность беспрепятственно заходить и выходить из канала речных и морских судов в период сильных ветров и штормовых волн в осенне-зимний период. Дамба длиной около 3 км построена из каменной наброски горной массы различных фракций от 0.3 м (в ядре и нижней части дамбы) до (0.9-1.2) м в верхней мористой части дамбы [1].

В осенне-зимний период 2013-2014 г. в Черном море вблизи дамбы произошли очень мощные штормы, которые привели к частичному разрушению отдельных участков гребня дамбы. Эти штормовые условия были

отягнуты подвижкой льдов на дамбу и обледенением каменной наброски самой дамбы. В результате частично облицовка дамбы из камней крупной фракции переместилась вниз по откосу дамбы и оголила ее ядро, а гребень дамбы был разрушен в нескольких местах. С морской стороны дамбы площадь размыва левой вдольбереговой косы устья Быстрое составляла почти 2 га. Также продолжилось явление размыва берега о. Песчаный в месте примыкания дамбы и размыв северного фасада дамбы в районе ее коренной части. Такие деформации появились вследствие существенных скоростей вдольберегового потока при дефиците расходов наносов. Зоны размыва продолжали оставаться на всей морской части исследуемого участка, что привело к углублению дна до 10-метровой отметки у оголовка дамбы. Среди факторов разрушения некоторых участков ограждающей дамбы было совместное действие ветровых волн и в осенне-зимнее время ледовых нагрузок. В результате действия таких нагрузок произошло оползания каменной насыпки и появилась большая пологость откосов, а также перемещение отдельных камней фракции 900 мм, которые были заброшены волнами на гребень ограждающей дамбы. Материал облицовки из камня фракций 900 мм и 1200 мм на некоторых участках сместился к подножию откоса ограждающей дамбы или скатился на поверхность бермы, раскрывая, таким образом, ядро сооружения. Материал ядра под влиянием волновых и ледовых нагрузок были перемещены на поверхность гребня или на берму сооружения. В целом деформации дамбы не повлекли существенных сквозных разрушений, и она отвечает, с незначительными изменениями, проектному профилю, но требует дополнительной реконструкции и усовершенствований [1]

Поэтому возникла задача обеспечить надежную и безаварийную эксплуатацию дамбы. На практике защита берегоукрепительных и гидротехнических сооружений от действия штормовых волн осуществляется различного вида и типов волноломов или волнорезов [2, 3]. Известно [3,4], что защитные или оградительные сооружения по характеру воздействия на волновое движение могут разделяться на волноотражающие, волногасящие или комбинированные. Волноотражающие сооружения отражают энергию волн полностью (вертикальная стенка или вертикальный волнолом) или частично (свайные или проницаемые волноломы). Откосные сооружения оказывают волногасящее действие на волну и обеспечивают полное гашение ее энергии. Перед сооружением вертикального профиля генерируются стоячие волны в случае частичного или полного отражения набегающих волн. На откосных сооружениях волны гасятся, а стоячие волны не формируются. На больших глубинах преимущественно используются вертикальные стенки, а на малых глубинах применяются откосные сооружения [2-4].

Цель исследований – изучение особенностей волнового воздействия на фрагменты существующей оградительной дамбы, определение эффективных средств ее защиты и разработка рекомендаций по созданию конструкции дамбы устойчивой к штормовым нагрузкам.

Постановка задачи, экспериментальный стенд и методика исследований.

В связи с частичным разрушением фрагментов защитной оградительной дамбы Морского канала глубоководного судового хода Дунай-Черное море, из-за штормового волнения и движения льда на дамбу в условиях шторма, была поставлена задача определить волновые нагрузки на фрагменты существующей дамбы и предложить рекомендации по защите и усовершенствованию конструкции оградительной дамбы. Общий вид защитной оградительной дамбы Морского канала из космоса и фотография фрагмента каменно-набросной насыпки представлены на рис. 1

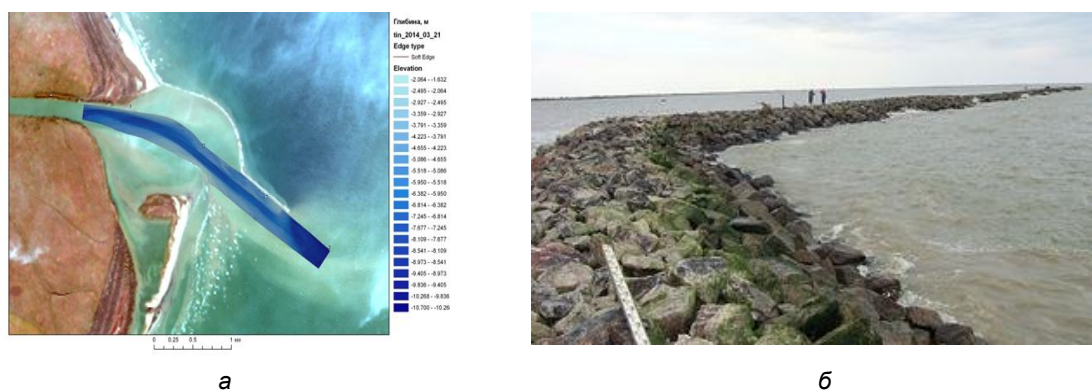


Рис. 1. Общий вид оградительной дамбы из космоса (а) и фотография фрагмента каменно-набросной насыпки (б),

Для решения этой задачи был создан лабораторный экспериментальный стенд, разработана программа и методика физического моделирования взаимодействия волнового движения с моделями дамбы. В гидродинамическом лотке длиной 15 м, шириной 0.4 м и глубиной 0.8 м устанавливались модели защитных дамб в масштабе 1:50 (рис. 1в). Лоток был оборудован щитовым волнопродуктором, который генерировал волны с периодом от 0.5 с до 3 с и высотой от 0.02 м до 0.4 м, и устройством гашения волн. Боковые окна лотка были сделаны из противоударного стекла для проведения визуальных исследований. Стенд был оборудован средствами контроля и измерения волновых и гидродинамических характеристик, аппаратурой регистрации, обработки и анализа результатов исследований.

Глубина воды была около 0.4 м и волнопродуктор генерировал волны высотой 0.1 м и периодом 0.8 с и 1.2 с, которые отвечали штормовым волнам 2% обеспеченности в районе расположения защитной оградительной дамбы на Черном море [5]. Высоты волн измерялись струнными датчиками высоты волны, а волновые давления на обтекаемой поверхности моделей дамб миниатюрными пьезокерамическими и пьезорезистивными датчиками давления [6-8]. Пьезокерамические датчики пульсаций давления устанавливались заподлицо с обтекаемой поверхностью дамбы и измеряли динамическое давление. Пьезорезистивные датчики давления измеряли перепад давления внутри тонкостенных трубок, нижний конец которых располагался вблизи поверхности моделей дамб.

Лабораторные условия обычно позволяют проводить исследования на моделях, которые имеют меньший масштаб, чем натурный прототип. Поэтому необходимо было уделить внимание соблюдению масштабных эффектов и критериям подобия. Для волновых движений соблюдали баланс между силами давления, вязкости, инерции и гравитацией, которые отвечают подобию по числам Рейнольдса, Фруда и Струхала. Соблюдая эти критерии подобия, коэффициент длины был пропорционален масштабу модели, коэффициент времени равен квадратному корню из коэффициента длины, коэффициент силы был пропорционален коэффициенту длины в степени 2.5, а коэффициент давления был равен коэффициенту длины.

Математическое моделирование волновой нагрузки на защитную ограждающую дамбу Морского подходного канала глубоководного судового хода Дунай-Черное море и морфодинамических процессов в акватории устья Быстрого Килийской дельты р. Дунай было выполнено с помощью рефракционной модели.

Трансформация ветровых волн над естественным или искусственным рельефом морского дна в полной нелинейной постановке чрезвычайно сложной проблемой. Поэтому для решения задач, связанных с литодинамическими процессами, устойчивостью и эффективной работой берегозащитных сооружений обычно используют теорию рефракции [9, 10]. Преимуществом такого подхода является сведение задачи о распространении волн в жидкости переменной глубины к системе пяти обыкновенных дифференциальных уравнений, что значительно снижает объем вычислений, необходимых для ее решения, и позволяет с помощью современных компьютеров посчитать трансформацию волн в акваториях, размеры которых на несколько порядков превышают длину волны. При расчете рефракции волн, приближающихся к берегу, предполагается, что отражение волн не происходит и уклон донной поверхности такой слабый, что волны ведут себя как плоские периодические волны на воде постоянной глубины. В простейшем случае постоянных периодических волн, набегающих на берег, изменение амплитуды получается из условия постоянства потока волновой действия, который эквивалентен постоянному потоку энергии в отсутствии течений, то есть выполняются условия сохранения энергии вдоль луча трансформации волн от наиболее волноопасных направлений разгона ветра. Алгоритм расчета направления луча и коэффициента разделения лучей построен на методе Рунге-Куты с учетом начальных условий и последующим определением высот волн вдоль луча [10, 11].

Результаты исследований.

Результаты численного моделирования волнового поля вблизи защитной ограждающей дамбы морского подходного канала глубоководного судового хода Дунай-Черное море в соответствии с рефракционной теорией представлены на рис. 2. Лучевая картина трансформации волн от наиболее волноопасных направлений разгона ветра представлена на рис. 2а. Здесь толстые сплошные линии показывают лучи трансформации волн, тонкие сплошные линии – это изолинии глубин моря, толстые точки на лучах – это начало первого обрушения ветровой волны, а штрих-пунктирная линия – это ось морского подходного канала. На рис. 2б и на рис. 2в тонкими сплошными линиями обозначены высоты и длины трансформированных ветровых волн, соответственно, а штрих-пунктирная линия – это ось морского подходного канала. Результаты расчетов показывают, что строительство защитной ограждающей дамбы на выходе из устья Быстрого приводит к значительному уменьшению высот волн (почти вдвое) и их длин больше, чем в 1,5 раза, что обеспечит беспроблемный заход и выход судов в устье Быстрое.

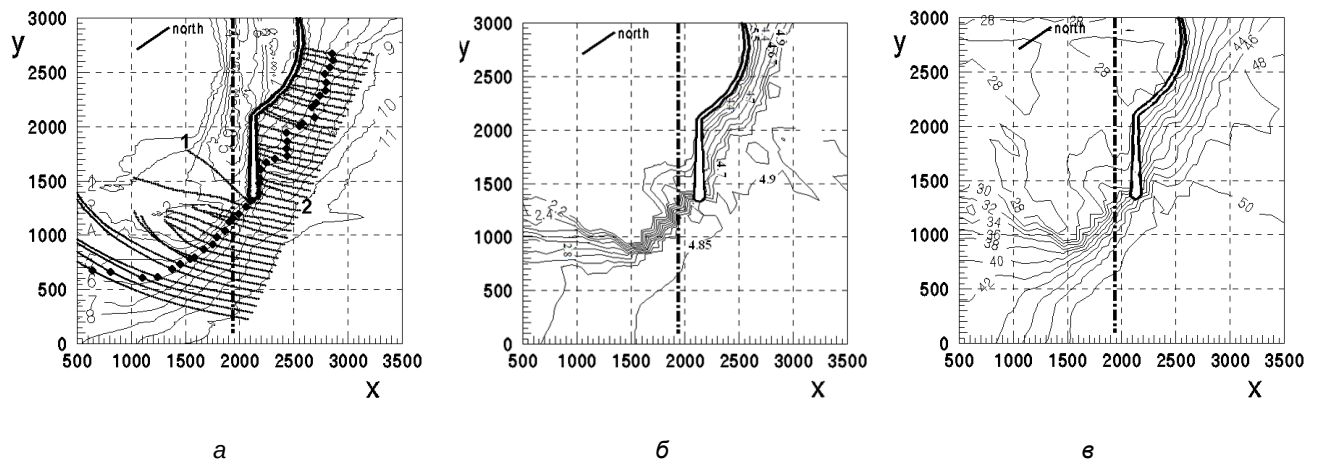
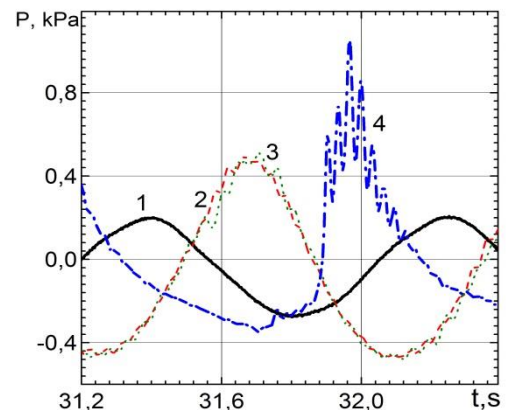


Рис. 2. Лучевая картина (а), высоты (б) и длины (в) трансформированных волн

В соответствии с программой и методикой экспериментальных исследований сначала проводились измерения волновых давлений на модели фрагмента оградительной дамбы, которая осталась после действия штормового волнения. Затем был проведен ряд мероприятий и конструктивных решений по усовершенствованию оградительной дамбы и проведены эксперименты на усовершенствованной модели дамбы.



а



б

Рис. 3. Модель существующей оградительной дамбы (а) и волновое давление на обтекаемой поверхности дамбы (б)

На рис. 3 представлена фотография модели существующей оградительной дамбы в ходе проведения исследований, волновое давление и форма волны, которая набегала на фронтальную сторону модели дамбы в гидравлическом лотке. На рис. 3а изображен момент прохождения волны через гребень модели фрагмента дамбы для высоты волны $h=0.1$ м и периода $T=0.8$ с. На рис. 3б кривая давления 1 измерена на расстоянии $x=0.5h$ от начала дамбы и на глубине $y=3.7h$, кривая 2 измерена на откосе дамбы ($x=5h$ и $y=2h$), кривая 3 также измерена датчиком на откосе дамбы с координатами $x=6.5h$ и $y=1.5h$ и кривая 4 измерена на гребне дамбы ($x=10h$ и $y=0.2h$). На глубокой воде форма волны близка к синусоидальной, которую генерирует волнопродуктор, а на откосе дамбы волна начинает разрушаться, особенно гребень волны. На вершине дамбы форма волны приобретает вид ударной волны со значительным наполнением волнового движения мелкомасштабными волновыми структурами вследствие обрушения волны на дамбу.

Для устранения неблагоприятного воздействия штормовых волн на защитную оградительную дамбу Морского судоходного канала Дунай-Черное море предложено усовершенствовать и реконструировать дамбу. Для этого принято решение использовать положительный опыт эксплуатации подводных волноломов и берм для защиты берегов и гидротехнических сооружений от воздействия штормовых волн [3, 12]. Предложено

удлинить мористую часть дамбы и придать ей ступенчатую форму. Результаты расчетов показали, что наиболее эффективной являлась форма фронтальной части дамбы с двумя бермами и откосами различных углов наклона. Такая форма дамбы позволила наиболее эффективно разрушить штормовую волну при подходе ее к гребню дамбы. Обрушение волны происходило на нижней берме, а образовавшийся бурун разрушался на верхней берме, и к гребню дамбы штормовая волна подходила со значительной потерей энергии.

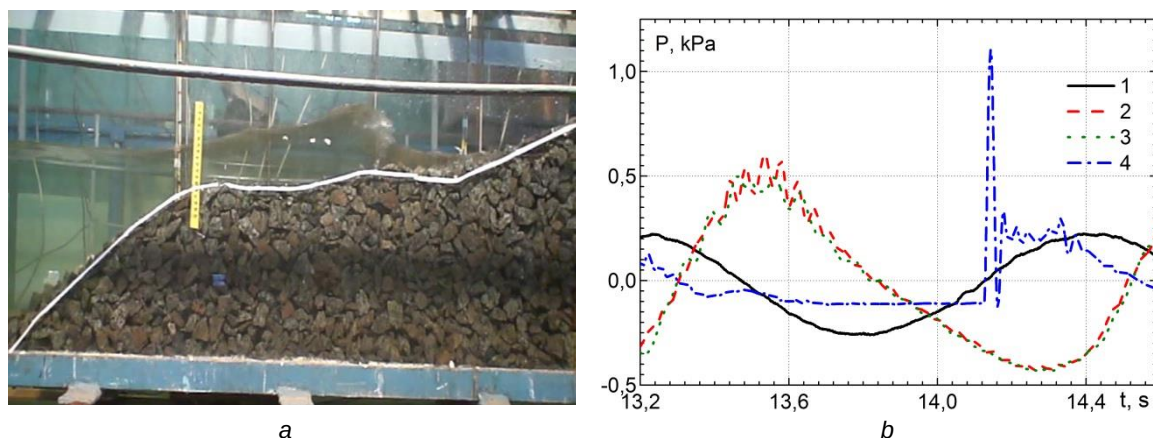


Рис. 4. Модель усовершенствованной оградительной дамбы (а) и волновое давление на обтекаемой поверхности дамбы (б)

Вид модели усовершенствованной оградительной дамбы и форма волны над ее фронтальной поверхностью представлены на рис. 4. На рис. 4а показана ступенчатая дамба с двумя бермами и момент прохождения буруна над верхней бермой. Также в начале нижней бермы виден датчик волнового давления и высоты волны. На рис. 4б показана форма волны на глубокой воде у подножия дамбы (кривая 1), в начале нижней бермы (кривая 2), в начале верхней бермы (кривая 3) и на гребне дамбы в области уреза воды (кривая 4). Следует отметить, что форма штормовой волны с параметрами $h=0.1$ м и $T=0.8$ с изменилась на бермах и особенно сильно на гребне ступенчатой дамбы. Над бермами волна приобрела более крутой подъем, а ее гребень был заполнен мелкомасштабными волновыми структурами. В свою очередь форма штормовой волны, которая моделировалась в исследованиях, приняла вид высокочастотной ударной волны на уровне уреза воды. При откате волны датчик давления почти половину периода волны находился в условиях отсутствия волнового воздействия (кривая 4 на рис. 4б).

Эпюры волнового давления на фронтальную и кормовую часть модели фрагмента существующей оградительной дамбы, а также на фронтальную часть рекомендуемой ступенчатой дамбы представлены на рис. 5. На рис. 5а эпюры построены для условий волнового движения короткой волны с параметрами $h=0.1$ м и $T=0.8$ с, а на рис. 5б эпюры построены для волны $h=0.1$ м и $T=1.2$ с. На этих рисунках эпюры волнового давления представлены в зависимости от глубины, на которой находилась поверхность дамбы в натурных условиях. Кривая 1 измерена на обтекаемой фронт фронтальной поверхности существующей дамбы, кривая 2 измерена на ее кормовой поверхности и кривая 3 измерена на фронтальной поверхности ступенчатой дамбы.

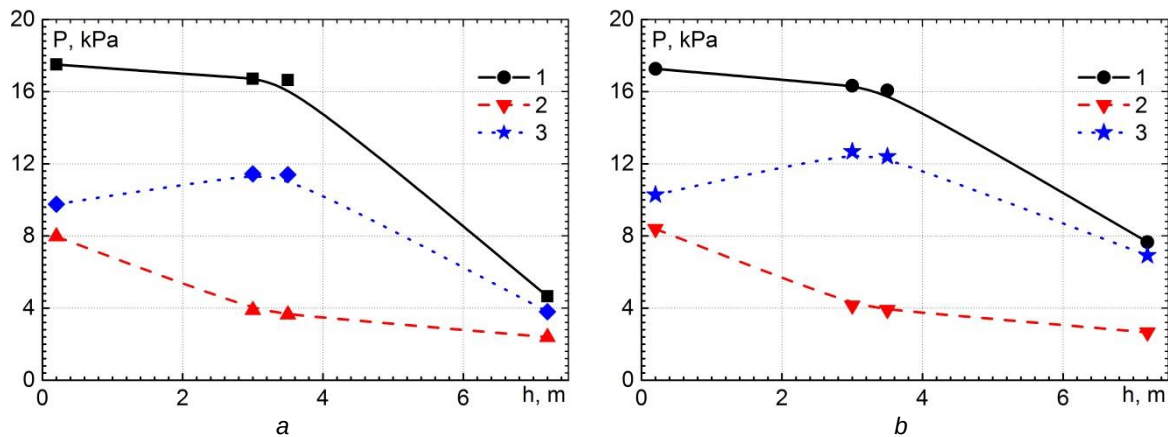


Рис. 4. Волновые давления на существующую и усовершенствованную оградительную дамбу в зависимости от глубины моря для волн $h=0.1$ м; $T=0.8$ с (а) и $h=0.1$ м; $T=1.2$ с (б)

Результаты исследования показали, что волновое давление, а, следовательно, и волновые нагрузки на фронтальную поверхность существующей защитной оградительной дамбы Морского судоходного хода Дунай-Черное море являлись наибольшими по всей длине дамбы (рис. 4). Особенно большие нагрузки эта дамба испытывала в своей верхней части на уровне гребня дамбы, что привело к разрушению ее гребня в условиях штормового волнения и сопутствующего ледохода. Естественно, наименьшие нагрузки и волновые давления испытывала кормовая часть существующей дамбы, когда штормовые волны перехлестывали через ее гребень. Как показали лабораторные исследования, конструкция ступенчатой дамбы испытывает значительно меньшие волновые нагрузки и волновое давление. Это особенно ярко проявляется для верхней, наиболее опасной с точки зрения эксплуатации в штормовых условиях, части оградительной дамбы. Здесь нагрузки почти в два раза меньше, чем на существующей дамбе, что наблюдалось в экспериментах, как для длинной, так и короткой штормовой волны.

Выводы

Результаты численного и физического моделирования штормового волнения с фрагментом защитной оградительной дамбы Морского судоходного хода Дунай-Черное море показали, что существующая дамба требует реконструкции и усовершенствования для предотвращения ее разрушения от действия штормовых волн.

Обнаружено, что волновые нагрузки на фронтальную поверхность модели существующей дамбы достаточно велики, что привело к ее частичному разрушению под действием штормового волнения и движения льдов в штормовых условиях. Интегральные характеристики волнового давления на обтекаемую поверхность модели дамбы показали, что на гребне дамбы обнаружены высокие уровни пульсаций давления.

Результаты расчетов и экспериментальные исследования позволили спроектировать эффективную форму фронтальной поверхности оградительной дамбы в виде ступенчатой дамбы с двумя бермами, которые располагались на разных глубинах. Бермы выполнили функции подводных волноломов и значительно уменьшили энергию волнового воздействия на верхнюю часть дамбы. Определена оптимальная форма дамбы и геометрические параметры ее фронтальной поверхности. Предложено в натуральных условиях построить мористую часть защитной оградительной дамбы с такими параметрами: нижний глубоководный откос с наклоном 1:1.5, далее на глубине 4 м нижняя берма шириной 10 м. Затем сделать откос с наклоном 1:5, а далее на глубине 2 м установить верхнюю берму шириной 10 м. Закончить оградительную дамбу рекомендуется гребнем под наклоном 1:(3-3.5). Облицовку фронтальной части дамбы следует сделать из каменной наброски камнем фракции 1.2 м.

Обнаружено, что волновые нагрузки на верхнюю часть реконструированной и усовершенствованной ступенчатой дамбы будут почти в два раза ниже, чем на существующей дамбе в условиях штормового волнения для коротких и длинных волн.

Список источников

[1] Реконструкція споруди огорожувальної дамби МПК ГСХ Дунай-Чорне море на українській ділянці дельти, Одеська область, Кілійський район, гирло Бистре. Математичне та фізичне моделювання хвильових процесів, Етап 1. – Київ: ІГМ НАНУ, 2015. – 73 с.

- [2] Хомицький В.В., Воскобойник В.А., Харченко А.Г., Воскобойник О.А., Терещенко Л.М., Воскобойник А.В., Нікітін І.А. Захист пляжу активними берегозахисними спорудами // Екологічна безпека та природокористування. – 2019. – Т. 32, № 4. – С. 60-77. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.4.60-77>
- [3] Liu D.-J., Cheng D., Sun Z.-C., Zhao X.-Z., Chen Y., Lin W.-D. Experimental and numerical study of regular waves past a submerged breakwater // J. Hydrodynamics. – 2019. – Vol. 31. – P. 641-653. <https://doi.org/10.1007/s42241-019-0001-9>
- [4] Abdolmaleki M., Kamalan H. Modeling of vertical breakwater wall under bilateral seawater load // J. Hydraul. Struct. – 2019. – 5, N 1. – P. 89 – 97. <http://dx.doi.org/10.2205/jhs.2019.30747.1120>
- [5] Divinsky B.V., Fomin V.V., Kosyan R.D., Ratner Yu.D. Extreme wind waves in the Black Sea // Oceanologia. – 2019. – 61, № 1. – P. 89 – 102. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2019.06.003>
- [6] Voskoboinick V.A., Turick V.N., Voskoboinyk O.A., Voskoboinick A.V., Tereshchenko I.A. Influence of the deep spherical dimple on the pressure field under the turbulent boundary layer // In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education. ICCSEE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 754. Springer, Cham. – 2019. – P. 23 – 32. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_3
- [7] Voskoboinick V., Kornev N., Turnow J. Study of near wall coherent flow structures on dimpled surfaces using unsteady pressure measurements // Flow Turbulence Combust. – 2013. – Vol. 90, № 4. – P. 709 – 722. <https://doi.org/10.1007/s10494-012-9433-9>
- [8] Voskoboinick V.A., Voskoboinick A.V., Areshkovych O.O., Voskoboinyk O.A. Pressure fluctuations on the scour surface before prismatic pier // Proc. 8th International Conference on Scour and Erosion (ICSE 2016) 12-15 September 2016. - Oxford, UK, 2016. – P. 905-910. <https://doi.org/10.1201/9781315375045-115>
- [9] Селезов И.Т., Сидорчук В.Н., Яковлев В.В. Трансформация волн в прибрежной зоне шельфа. – Киев: Наукова думка, 1983. – 208 с.
- [10] Selezov I.T., Sorokina V.V. Numerical study of surface wave refraction by the ray method // Hydrotechnical construction. – 1981. – №1. – P. 39-42.
- [11] Yakovlev V., Voskoboinick V., Khomicky V., Tereshchenko L., Tkachenko V. Calculation method of wind waves for variable depths of sea area // Abstracts of the 1st International scientific and practical conference “Innovative Development of Science and Education”. – Athens, Greece, 2020. – P. 153-159.
- [12] Tsiaras A.-C., Karambas T., Koutsouvela D. Design of detached emerged and submerged breakwaters for coastal protection: Development and application of an advanced numerical model // J. Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng. – 2020. – 146, N 4. – 04020012 – 1 – 16. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WW.1943-5460.0000566](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000566)

Lidiia Tereshchenko, Vitalii Khomicky, Vladimir A. Voskoboinick, Boris M. Ostroverkh, Viktor Tkachenko

Improvement of the fencing dam of the marine canal Danube – Black sea

Abstract. This paper presents the results of mathematical and physical modeling of the improvement and reconstruction of the protection dam of the Maritime approach channel of the Danube-Black Sea deep-sea navigation. On the basis of theoretical and experimental researches the new step form of the dam which withstands storm wave loads is proposed.

Key words: protective dam, wave transformation, circulation, bottom deformation, wave load

УДК 532.593

ХВИЛЬОВІ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИПЛИВНУ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЮ

Воскобойник В.А., д.т.н., с.н.с., Яковлев В.В., д.т.н., проф., Воскобойник О.А., к.т.н., Хомицький В.В., к.т.н., с.н.с., Воскобойник А.В., к.т.н., с.н.с., Ткаченко В.О., к.ф.-м.н., с.н.с.

Інститут гідромеханіки НАН України

Україна, Київ

E-mail: vlad.vsk@gmail.com ORCID: 0000-0003-2161-6923

Анотація. Метою досліджень є визначення впливу гравітаційних хвиль на конструкцію припливної електростанції та розроблення рекомендацій щодо безпечних умов експлуатації припливної електростанції. Проведені чисельні та експериментальні дослідження взаємодії хвильової течії зі спорудами припливної електростанції, яка огорожує закриту акваторію. Отримані хвильові навантаження на конструкцію станції та її елементи.

Ключові слова: припливна електростанція; гравітаційні хвилі; хвильові навантаження

Вступ.

Поштовхом для розвитку відновлюваних джерел енергії стало прийняття ООН в 2015 р Конвенції зі зміни клімату, в рамках якої 195 країн дійшли згоди про необхідність обмежити глобальне потепління. Енергетика на основі відновлюваних джерел енергії отримала додатковий конкурентний імпульс до розвитку після широкого поширення по світу "зеленого" енергетичного тарифу, що включає гарантоване підключення до розподільних мереж і обов'язкову покупку електроенергії, яку згенеровано з поновлюваних джерел, зокрема енергії хвиль та припливів. Енергія припливів використовувалася людьми здавна шляхом влаштування припливних млинів на узбережжі багатьох країн світу. Гравітаційні сили між Місяцем, Сонцем та Землею викликають ритмічне підвищення та опускання океанських вод у всьому світі, що призводить до хвиль припливів. Місяць має вдвічі більшу силу на припливи, ніж Сонце через своє набагато ближче положення до Землі. Амплітуда або висота хвилі припливу дуже мала у відкритому океані, де вона вимірюється кількома сантиметрами. Але приплив посилюється, коли він досягає континентальних шельфів, доставляючи величезні маси води у вузькі затоки та річки лиманів уздовж берегової лінії, де висота хвилі припливу досягає одиниць і десятків метрів.

Відновлювана енергія припливів широко використовується для роботи припливних електростанцій, конструкції яких складаються як з будівлі станції, так і з дамб, що огорожують закриті штучні водні акваторії [1, 2]. Такі електростанції використовують потенційну енергію вертикального підйому та падіння води. На відміну від цього, в плавучих або інших типах припливних електростанцій використовується кінетична енергія припливних течій або горизонтальних водних потоків, викликаних припливами. В таких припливних електростанціях відсутні закриті водойми.

Вивченню особливостей взаємодії хвильового руху та припливних течій зі спорудами електростанцій приділяють значну увагу під час проектування та будівництва припливних електростанцій, особливо в умовах значного хвилювання моря та підйому водних мас [1, 3, 4]. Необхідність оцінки розмиву ґрунту поблизу гідротехнічних споруд великих поперечних розмірів від течій і хвиль в суворих штормових умовах обумовлена необхідністю забезпечити безаварійну роботу споруд, адже великі розмиви ґрунту призводять до руйнування таких споруд [5]. Для зменшення отворів розмивів використовуються різні методи і засоби, зокрема утворення бERM з кам'яної насипки або огорожування будівель тетраподами. Місцеві розмиви дна від хвиль у проникних спорудах, до яких можна віднести будівлю припливної електростанції з дамбою, яка огорожує акваторію, в даний час не достатньо вивчені і теоретичні підходи до вивчення цього процесу знаходяться ще на початковій стадії. Тому для оцінки можливого розмиву ґрунту під дією хвиль біля будівлі припливної електростанції широко використовуються експериментальні дослідження взаємодії вітрових хвиль зі спорудами припливної електростанції [6].

Метою досліджень є визначення впливу гравітаційних хвиль на припливну електростанцію та розроблення рекомендацій щодо безпечних умов експлуатації припливної електростанції.

Методи досліджень.

Дослідження проводилися за допомогою чисельного та фізичного моделювання особливостей хвильового навантаження на припливну електростанцію (рис. 1а). Чисельні розрахунки побудовані на застосуванні методу сплайн-колокацій у просторі зображення перетворювань Лапласа [7] у вигляді розкладання по базису з нормованих кубічних В-сплайнів. Експериментальні роботи проводилися в хвильовому басейні на полігоні Інституту гідромеханіки НАН України, який розташований на березі Дніпра поблизу Києва. Для проведення досліджень було створено модель припливної електростанції у масштабі 1:50 (рис. 1б).

У відповідності до Технічного завдання основним небезпечним напрямком дії хвиль є північно-східний напрямок з 1% забезпеченістю хвильового шторму і характеристиками $h_{1\%}=8\text{м}$; $\bar{\lambda}=96\text{м}$; $\lambda_0=12$; $\bar{\tau}=7,85\text{с}$ $\theta=0^\circ$ та $h_{1\%}=5,78\text{м}$; $\bar{\lambda}=112,8\text{м}$; $\lambda_0=20$; $\bar{\tau}=8,61\text{с}$, де $h_{1\%}$ - висота хвиль, $\bar{\lambda}$ - середня довжина хвиль, $\lambda_0=\bar{\lambda}/h_{1\%}$ - відносна довжина хвиль, $\bar{\tau}$ - середній період хвиль та θ - напрямок хвиль відносно перпендикуляра до мористої поверхні моделі. Досліди проводилися для цих двох хвильових режимів, яким відповідали хвильові параметри на моделі у відповідності до законів гравітаційної подібності Фруда, а саме: $h_M=0,16\text{м}$; $\bar{\lambda}_M=1,92\text{м}$; $\lambda_0=12$; $\bar{\tau}_M=1,12\text{с}$ $\theta=0^\circ$ та $h_M=0,112\text{м}$; $\bar{\lambda}_M=2,24\text{м}$; $\lambda_0=20$; $\bar{\tau}=1,21\text{с}$. Крім того, досліди проводилися для середнього, мінімального (-0,22м) та максимального (+4,84м) припливного рівня моря в акваторії, де планується збудувати припливну електростанцію.

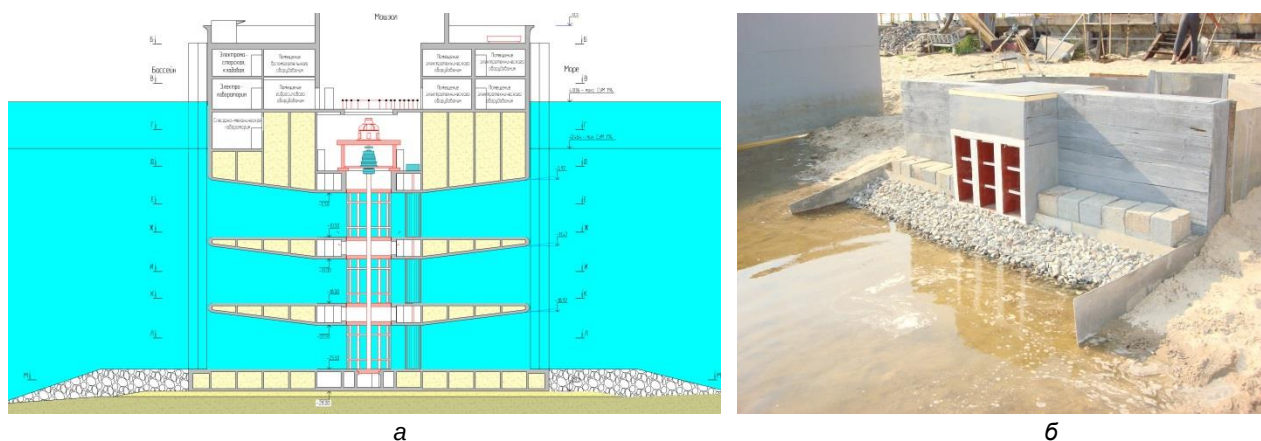


Рис. 1. Схема машинного залу (а) та модель припливної електростанції (б)

Хвильовий басейн був обладнаний генераторами хвиль щитового типу, які генерували хвилі заданих параметрів, а досліджувані моделі були відгороджені від зайвої акваторії басейну бар'єрними хвилеводами (рис. 2а). Для отримання достовірної інформації з визначення взаємодії хвиль з досліджуваними моделями хвильове поле діяло тривалістю близько 5000 хвиль заданих параметрів.

Для визначення гідродинамічних характеристик хвильового поля та взаємодії його з моделями були застосовані ємнісні сенсори, датчики тиску, акселерометри та анемометри. Застосовувалися групи ємнісних датчиків струнного типу, п'єзореzystивні диференційні датчики повного тиску та п'єзокерамічні датчики пульсацій тиску (рис. 2б), п'єзокерамічні акселерометри, плівкові термоанемометри та мікровертушки [8, 9]. Електричні сигнали датчиків підсилювалися, фільтрувалися відповідною апаратурою та поступали на 16-канальні аналогово-цифрові перетворювачі, а згодом на апаратуру реєстрації, обробки та аналізу даних. Обробка та аналіз експериментальних даних проводилася на комп'ютерах з застосуванням стандартних і спеціально розроблених програм і алгоритмів теорії ймовірності та математичної статистики [10, 11].



Рис. 2. Хвильовий рух і розташування моделі припливної електростанції у хвильовому басейні(а) та датчики пульсацій тиску (б)

Для проведення візуальних досліджень використовувалися мічені частинки та кольорові фарбники, траєкторії руху яких реєструвалися цифровими фотоапаратами і відеокамерами. Відео- та фотоматеріал оброблявся і аналізувався на спеціально створеній комп'ютерній графічній станції, яку було обладнано відповідним програмним забезпеченням [12, 13].

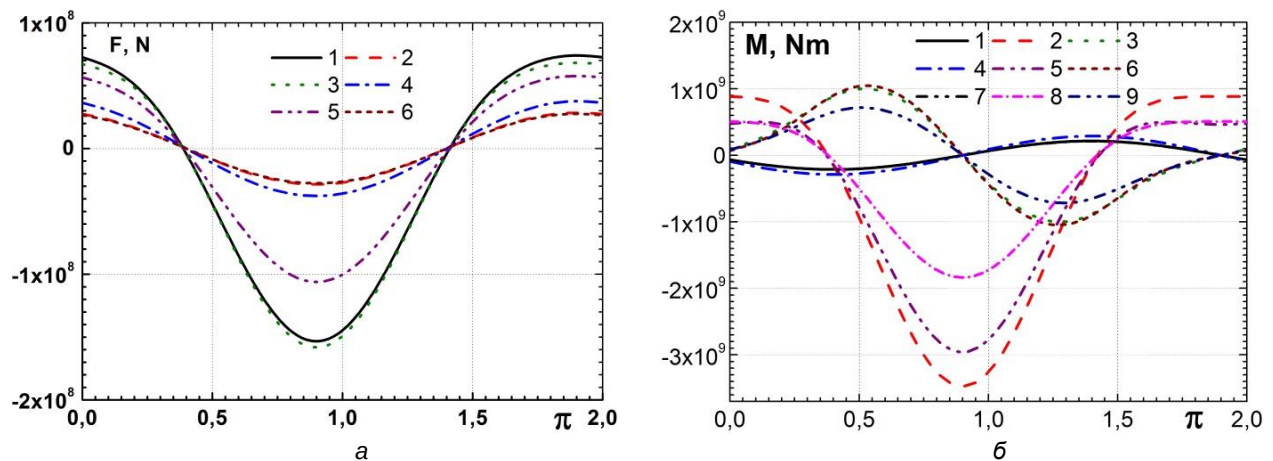


Рис. 3. Хвильові сили (а) та моменти сил (б), які діють на фронтальну поверхню будівлі припливної електростанції за Пн-С напрямком гравітаційних хвиль

Результати досліджень.

Результати розрахунків показали, що гравітаційні хвилі, які підходять до будівлі припливної електростанції під різними напрямками підходу та рівнів моря утворюють значні навантаження на корпус будівлі і прохідні тракти де знаходяться гідравлічні турбіни. Найбільше небезпечним напрямком дії хвиль був північно-східний напрям, для якого на рис. 3 приведені навантаження та моменти сил, які діють на будівлю припливної електростанції зі сторони моря. На рис. 3а показані хвильові сили, які діють на припливну електростанцію за умов різних рівнів моря, в залежності від фази хвильового руху. Криві 1 і 2 розраховані для максимального рівня моря ($z=5$ м), криві 3 і 4 – для середнього рівня моря ($z=0$) і криві 5 і 6 – для мінімального рівня моря ($z=-0.22$ м). Криві 1; 3 та 5 – це сили, які діють на будівлю по нормалі до її фронтальної поверхні назустріч напрямку руху хвиль (F_x), а криві 2; 4 та 6 – це вертикальні сили (F_z). На рис. 3б приведені моменти сил, також в залежності від фази хвильового руху. Криві 1; 2 і 3 розраховані для максимального рівня моря, криві 4; 5 і 6 – для середнього рівня моря і криві 7; 8 і 9 – для мінімального рівня моря. Криві 1; 4 та 7 – це моменти поздовжніх сил (M_x), криві 2; 5 та 8 – це моменти поперечних сил (M_y), а криві 3; 6 та 9 – це моменти вертикальних сил (M_z).



Рис. 4. Хвильове поле перед фронтальною частиною моделі припливної електростанції за умов мінімального (а) та максимального (б) рівня моря

Чисельні та експериментальні дослідження показали, що під час взаємодії синусоїдальних хвиль, які генерував хвильопродуктор, з моделлю припливної електростанції утворюється складний нестаціонарний хвильовий рух (рис. 4). На передній фронтальній поверхні моделі спостерігається складна ударна дія хвиль з перетіканням води через тракти для встановлення гідротурбін у відстійну зону моделі припливної станції. Відбиті хвилі від передньої поверхні моделі та бокових захисних стін відстійної зони взаємодіють з хвилями, що генеруються хвильопродуктором, та утворюють рух у вигляді штовхання хвиль.

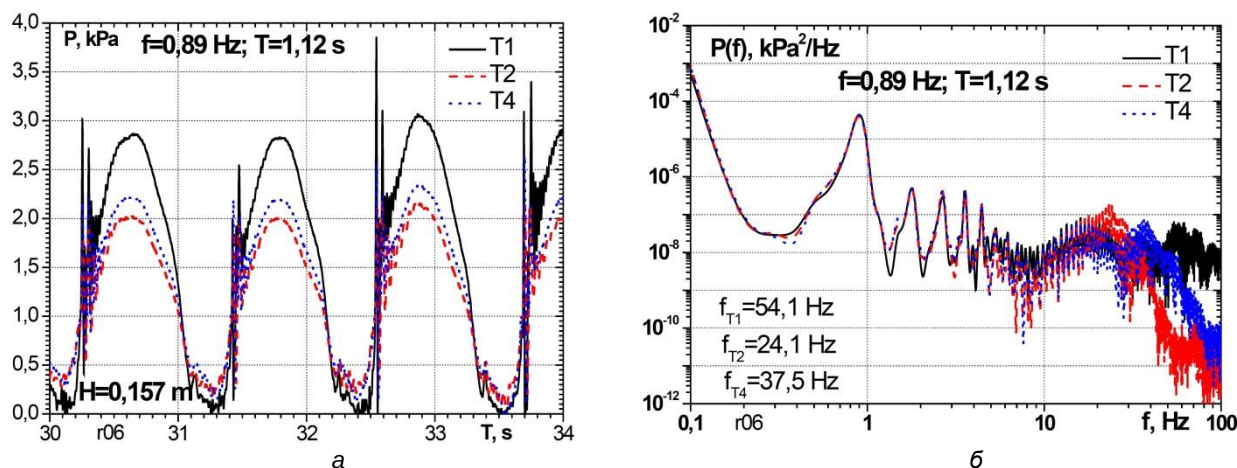


Рис. 5. Форма хвильового руху усередині фронтальної частини турбінного тракту моделі припливної електростанції (а) та спектральні густини потужності пульсацій тиску (б)

Візуальні дослідження показали, що вздовж передньої поверхні моделі припливної електростанції спостерігається складний рух рідини з швидкостями, які преважують у вертикальному напрямку (до вільної поверхні каналу та до його дна). У трактах припливної станції рідина рухалася у зворотню поступальному русі з частотою руху хвиль. При цьому швидкість руху води у верхніх рядах моделі були значно вища, ніж у трактах, які було розташовано глибше. Спектр поля швидкості течії води через верхній ряд трактів мав ударний характер з великим числом тональних підйомів і значними рівнями пульсацій швидкості та тиску у височастотній області спектру.

Форма хвильового тиску в передній частині турбінного тракту для мінімального рівня води і параметрів набігаючої хвилі ($h=0,157$ м; $\lambda=1,94$ м та $T=1,12$ с) показана на рис. 5а. Тут представлені результати вимірювань поля тисків на верхній (крива T1) і двох бічних стінках (криві T2 та T4) передньої частини турбінного тракту. Спектральні щільності потужності пульсацій пристінного тиску, що генерується хвильовою дією на досліджувані поверхні передньої, зверненої до моря, частини турбінного тракту, показані на рис. 5б. Тут позначення кривих відповідають, тим які наведені на рис. 5а. У спектральних залежностях чітко проглядаються піки тисків на основній частоті хвильового руху і на вищих її гармоніках. Крім того, на більш високих частотах є істотні підйоми спектральних рівнів, частоти яких близькі значенням, отриманим при дослідженні частоти дії ударного імпульсу на досліджувані поверхні турбінного тракту.

Наведені спектральні залежності свідчать про те, що на верхню стінку турбінного тракту діють височастотні джерела пульсацій тиску, енергія яких в сотні разів вище, ніж поблизу бічних стінок. Такі високі рівні пульсацій тиску в зазначеному діапазоні частот приведуть до значного гідродинамічного шуму поблизу верхньої стінки турбінного тракту, а також стануть джерелами вібраційних коливань обтічної поверхні [14, 15]. Якщо власні частоти коливань конструкцій і окремих елементів споруди або допоміжного обладнання співпадуть з переважаючими частотами досліджуваного хвильового руху, то можуть виникнути резонансні коливання на об'єкті, що може спричинити аварійну ситуацію під час експлуатації припливної електростанції.

Чисельне та фізичне моделювання дозволило визначити гідродинамічні навантаження на модель припливної електростанції, яку встановлено на піщану подушку та кам'яну берму, під час дії хвильового руху з різними параметрами хвиль та рівнем моря, обумовленим дією припливної течії. Так, на рис. 6 представлені результати розрахунку хвильового тиску на фронтальну частину припливної електростанції під дією хвиль з параметрами $h_{1\%}=8$ м; $\bar{\lambda}=96$ м; $\lambda_0=12$; $\bar{\tau}=7,85$ с $\theta=0^\circ$. Розрахунки проведені для максимального рівня моря, середнього рівня та мінімального рівня моря та у момент підходу гребня хвилі до обтічної поверхні припливної електростанції.

Результати досліджень показали, що найбільший гідродинамічний тиск спостерігався на рівні моря та поступово зменшувався зі збільшенням глибини вздовж поверхні припливної електростанції. Результати експериментальних досліджень показали максимуми рівнів гідродинамічного тиску на (10-15)% вищі, ніж чисельні розрахунки і максимуми тиску спостерігалися на (5-10)% вище від рівня води, ніж у розрахунках. Ця різниця обумовлена значною нестаціонарністю хвильового руху, а відповідно і поля тиску та швидкості, яка породжувалася взаємодією хвиль між собою, обтічною поверхнею моделі припливної електростанції та у трактах, де розташовувалися припливні турбіни.

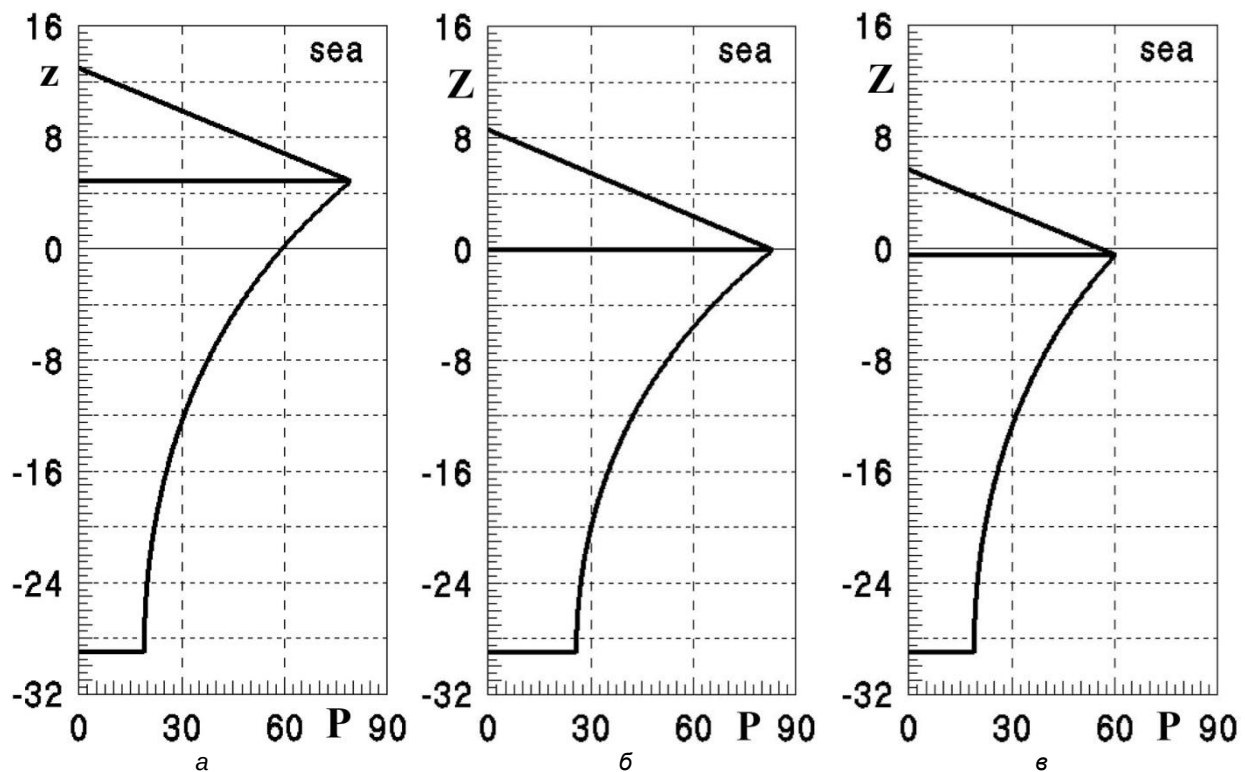


Рис. 6. Епюри тиску на передній поверхні моделі для максимального (а), середнього (б) та мінімального (в) рівнів води

Враховуючи вище наведені результати чисельних і експериментальних досліджень треба забезпечити безаварійну роботу припливної електростанції та її обладнання з дотриманням всіх вимог, які передбачені нормативними документами відносно будівництва таких споруд. Особливо треба приділити увагу дії штормового хвильового навантаження на турбінні тракти та будівлю в цілому, а також звернути увагу на резонансні частоти вібрацій обладнання і будівлі.

Висновки

Результати чисельного та фізичного моделювання особливостей взаємодії хвильового руху з обтічною поверхнею припливної електростанції дозволили зробити наступні висновки:

1. Установлено, що на передню мористу поверхню припливної електростанції хвильовий рух надає суттєві навантаження, тиск і викликає значні перекидні моменти сил, які змінюються зі зміною фази хвильового руху.
2. Хвильове поле на підході до будівлі припливної електростанції мало нелінійний, неоднорідний та нестационарний характер, який ще більше ускладнювався під час протікання морської води через турбінні тракти.
3. Визначено, що спектри пульсацій тиску усередині турбінного тракту мали дискретні складові на основній частоті хвильового руху та на її вищих гармоніках. При цьому інтенсивність високочастотних пульсацій тиску, які мали місце на верхній стінці турбінного тракту, в сотні разів вищі, ніж на бічних стінках цього тракту.
4. Установлено, що максимуми гідродинамічного тиску і навантаження спостерігалися на рівні моря та поступово тиск і навантаження зменшувалися зі збільшенням глибини вздовж поверхні припливної електростанції.
5. Розроблено рекомендації відносно безаварійної роботи припливної електростанції та обладнання, яке встановлено в ній.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Dawn, S., Gope, S., Das, A., Bhowmik, D., & Koley, I. (2019). Tidal energy as emergent energy source: A review. *International Journal of Computational Intelligence & IoT*, 2(1), P. 340-345.
- [2] Kresning, B., Hashemi, M.R., Neill, S.P., Green, J.A.M., & Xue, H. (2019). The impacts of tidal energy development and sea-level rise in the Gulf of Maine. *Energy*, 187, 115942-1-13. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.115942>

- [3] Селезов, И.Т., Сидорчук, В.Н., & Яковлев, В.В. (1983). *Трансформация волн в прибрежной зоне шельфа*. Киев: Наукова думка.
- [4] Gross, M., & Magar, V. (2020). Wind-induced currents in the Gulf of California from extreme events and their impact on tidal energy devices. *J. Mar. Sci. Eng.*, 8(2), 80-1-22. <https://doi.org/10.3390/jmse8020080>
- [5] Voskoboinick, V.A., Voskoboinick, A.V., Areshkovych, O.O., & Voskoboinyk, O.A. (2016). *Pressure fluctuations on the scour surface before prismatic pier*. Proc. 8th International Conference on Scour and Erosion (ICSE 2016) 12-15 September 2016. Oxford, UK. 905-910. <https://doi.org/10.1201/9781315375045-115>
- [6] Xiang, Q., Wei, K., Qiu, F., Yao, C., & Li, Y. (2020). Experimental study of local scour around caissons under unidirectional and tidal currents. *Water*, 12(3), 640-1-18. <https://doi.org/10.3390/w12030640>
- [7] Ткаченко, В.А., & Яковлев, В.В. (1985). Дифракция нестационарной акустической волны на абсолютно жестком цилиндре, окруженном неоднородным слоем. *Акустический журнал*, 2(31), 255-260.
- [8] Voskoboinick, V., Kornev, N., & Turnow, J. (2013). Study of near wall coherent flow structures on dimpled surfaces using unsteady pressure measurements. *Flow Turbulence Combust.*, 90(4), 709-722. <https://doi.org/10.1007/s10494-012-9433-9>
- [9] Voskoboinick, V., Voskoboinyk, O., & Voskobijnyk, A. (2020). *Investigation of wall pressure fluctuation fields using miniature sensors*, Abstracts of IX International Scientific and Practical Conference "Actual Aspects of Development in the context of Globalization". Florence, Italy. 265-269.
- [10] Bendat, J.S., & Piersol, A.G. (2010). *Random Data: Analysis and Measurement Procedures, 4th Edition*. N.Y.: Wiley.
- [11] Vinogradnyi, G.P., Voskoboinick, V.A., Grinchenko, V.T., & Makarenkov A.P. (1989). Spectral and correlation characteristics of the turbulent boundary layer on an extended flexible cylinder. *J. Fluid Dyn.*, 24(5), 695-700. <https://doi.org/10.1007/BF01051721>
- [12] Воскобойник, В.А., Воскобойник, А.В., Воскобойник, О.А., Степанович, В.М., & Хижа, І.А. (2018). Вихровий рух усередині лунки складної геометрії. *Гідродинаміка і акустика*, 1(3), 284-301. <https://doi.org/10.15407/jha2018.03.284>
- [13] Турик, В.М., Воскобойник, В.А., & Воскобойник, А.В. (2018). Вихровий рух всередині поперечно обтічної траншеї. *Mechanics and Advanced Technologies*, 83(2), 64-71. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2018.83.135987>
- [14] Voskoboinick, V.A., Grinchenko, V.T., & Makarenkov, A.P. (2003). Correlation characteristics of a wall pressure fluctuation field in a turbulent boundary layer induced by a longitudinal flow along a flexible extended cylinder. *Intern. J. Fluid Mech. Res.*, 30(6), 644-650. <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.v30.i6.70>
- [15] Voskoboinick, V.A., & Makarenkov A.P. (2004). Spectral characteristics of the hydrodynamical noise in a longitudinal flow around a flexible cylinder. *Intern. J. Fluid Mech. Res.*, 31(1), 87-100. <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.v31.i1.70>

Voskoboinick V.A., Yakovlev V.V., Voskoboinyk O.A., Khomicky V.V., Voskobijnyk F.V., Tkachenko V.O.

Wave loads on the tidal power plant

The purpose of the research is to determine the influence of gravitational waves on the design of the tidal power plant and to develop recommendations for safe operating conditions of the tidal power plant. Numerical and experimental studies of the interaction of the wave flow with the structures of the tidal power plant, which encloses the closed water area, have been carried out. The wave loads on the station structure and its elements are obtained.

Keywords: tidal power plant; gravitational waves; wave loads

УДК 614.841

ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ УКРАЇНИ.

Ушкац Світлана Юріївна, канд. фіз.-мат. наук,
Маркіна Людмила Миколаївна, канд. техн. наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, м. Миколаїв
svitlana.ushkats@nuos.edu.ua ORCID: 0000-0002-5250-4505,
markserg@ukr.net ORCID: 0000-0003-3632-1685

Анотація. Робота присвячена аналізу проблем пожежної безпеки експлуатації фасадних утеплень та оздоблювальних матеріалів, що використовується при будівництві торговельно-розважальних центрів

України, пов'язаних із застосуванням пожежонебезпечних теплоізоляційних матеріалів, головною сировиною для яких є пінополістирол. Діюча законодавча база України має значні недоліки у цьому питанні. Розповсюджений у будівельній індустрії пінополістирол має небезпечні властивості щодо показників пожежної безпеки, а це, своєю чергою, повинно значно обмежувати область застосування цього матеріалу. Розглянуто та проаналізовано сучасний стан торговельно-розважальної галузі України та питання, що стосуються вдосконалення законодавчої бази Державних будівельних норм України щодо пожежної безпеки торговельно-розважальних центрів.

Ключові слова: пожежна безпека, торговельно-розважальні центри, пінополістирол, продукти горіння, класи будівель функціональної пожежної безпеки.

На сьогодні існуюча в Україні законодавча база в сфері пожежної безпеки не може вважатись цілком досконалою: час від часу виникають ситуації, які потребують її доопрацювання. Зокрема, це стосується норм пожежної безпеки експлуатації фасадних утеплень та оздоблювальних матеріалів, що використовуються при будівництві торговельно-розважальних центрів (ТРЦ). На території таких багатофункціональних комплексів можуть знаходитись групи населення з обмеженою мобільністю та діти, але при цьому, на відміну від лікарень та освітніх установ, до них не висуваються аналогічні вимоги пожежної безпеки, особливо стосовно безпеки огорожувальних конструкцій. Під час визначення класу пожежної небезпеки конструкцій, серед інших оцінюється показник димоутворювальної здатності конструктивних матеріалів, таких як оздоблювальні матеріали: облицювальні плити з полістиролу, декоративно-обробні плівки з полівінілхлориду тощо, матеріали для підлоги з використанням полівінілхлориду, поліуретану або спіненого латексу, і особливо, розповсюджені теплоізоляційні полімерні матеріали, але не береться до уваги токсична дія продуктів горіння (чадний газ, ціанистий водень, фосген, диціан, оксиди сірки і азоту, діоксид тощо), які залежать від домішок для зниження димоутворення, а саме вони є найбільш небезпечними для здоров'я людей під час пожежі [1],[2].

За статистикою, з кожним роком збільшується кількість пожеж на території торговельно-розважальних комплексів України [3]. Відповідно, збільшується й кількість постраждалих. Фахівці з цього питання впевнені, що головним завданням на сьогодні є не допустити пом'якшення діючих будівельних норм в сфері пожежної безпеки, а іноді й зробити їх більш жорсткими, посиливши контроль за дотриманням вимог у сфері пожежної безпеки й, таким чином, підвищити соціальну важливість пожежної безпеки для населення.

За останні 10 років частка площ, яку займають ТРЦ України значно зросла [4], відповідно зросла й кількість відвідувачів, у тому числі дітей та людей з обмеженими можливостями. На сьогодні в Україні налічується більше 43 торговельно-розважальних центрів, площа яких складає понад 10 тис. м² та близько 10 подібних великих центрів знаходяться ще на стадії будівництва [4].

Вже давно з місць купівлі промислових або продуктових товарів ці об'єкти перетворились на більш багатофункціональні культурно-соціальні зони відпочинку. зазвичай в таких комплексах знаходяться кінотеатри, кафе, ресторани, магазини, спортивні та дитячі майданчики тощо. Ці нові умови експлуатації ТРЦ необхідно враховувати під час їх проектування та будівництва із застосуванням негорючих та екологічно безпечних матеріалів [5],[6],[7].

В діючому законодавстві Державних будівельних норм України (ДБН В.2.5-56:2014) є вимоги щодо «класів будівель функціональної пожежної безпеки Ф 1.1 та Ф 4.1 повинні застосовуватися фасадні системи класу К0 з використанням негорючих матеріалів облицювання, оздоблення та теплоізоляції». До класу функціональної пожежної безпеки будівель Ф 1.1 відносяться дитячі дошкільні заклади, спеціалізовані будинки для літніх людей та інвалідів, лікарні, школи-інтернати тощо. До класу Ф 4.1 відносяться школи, позашкільні учбові заклади, середні професійні учбові заклади, професійні технічні училища. Особливістю експлуатації останніх закладів із зазначених є присутність великої кількості дітей різного віку [8].

На відміну від зазначених вище будівель класів Ф 1.1 та Ф 4.1, до торговельно-розважальних центрів на жаль не висуваються подібні жорсткі вимоги стосовно пожежної безпеки, хоча в них також постійно знаходяться ті ж самі категорії населення (діти, літні люди та люди з обмеженими можливостями), що, своєю чергою, потребує застосування фасадних систем класу К0 і при будівництві ТРЦ, а відповідні норми безпеки потребують суттєвого доопрацювання на законодавчому рівні.

Список літератури:

1. Міністерство охорони здоров'я України. (2006). Визначення та гігієнічна оцінка показників токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів. Методичні вказівки, МБ 8.8.2.4-127-2006
2. APME Association of Plastics Manufacturers in Europe. (1992). Fire behaviour of expanded polystyrene (EPS) foam
3. Поляшенко Е. В. (2019). Удосконалення пожежної безпеки в торговельно-розважальних центрах. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. Харків. НУЦЗУ. Взято з

<https://nuczu.edu.ua/ukr/naukovi-roboty-za-haluzziu-znan-pozhezhna-bezpeka>

4. Матеріал з Вікіпедії. (2020). Список найбільших торгово-розважальних центрів України. Взято з https://uk.wikipedia.org/wiki/Список_найбільших_торгово-розважальних_центрів_України
5. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК). (2008). Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. ДБН В.1.2-7-2008.
6. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. (2014). Державні будівельні норми України. Системи протипожежного захисту. ДБН В.2.5-56:2014
7. Міністерства регіонального розвитку та будівництва України. (2018). Громадські будинки та споруди. Основні положення. ДБН В.2.2-9:2018
8. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. (2014). Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-56:2014

Svitlana U. Ushcats, Liudmyla M. Markina

Problems of fire safety of shopping and entertainment centers of Ukraine

The work is devoted to the analysis of fire safety problems of operation of facade insulation and finishing materials used in the construction of shopping and entertainment centers of Ukraine, related to the use of fire-hazardous insulation materials, the main raw material for which is expanded polystyrene. The current legal framework of Ukraine has significant shortcomings in this regard. Styrofoam, which is common in the construction industry, has hazardous properties in terms of fire hazard, and this, in turn, should significantly limit the scope of this material. The current state of the trade and entertainment industry of Ukraine and issues related to the improvement of the legal framework of the State Building Standards of Ukraine on fire safety of shopping and entertainment centers are considered and analyzed.

Keywords: fire safety, shopping and entertainment centers, expanded polystyrene, combustion products, classes of buildings of functional fire danger.

УДК 504.42.064

К УПРАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКОЙ НА ОБЪЕКТАХ СУДОСТРОЕНИЯ И МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Воинов А.П. доктор техн. наук., профессор¹, Коновалов Д.В. канд. техн. наук, доцент²,

Самохвалов В.С. канд. техн. наук, доцент³, Воинова С.А., канд. техн. наук, доцент⁴

¹²³ Херсонський філіал національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова; ⁴ Одеська національна академія пищевих технологій

¹²³ Україна, Херсон; ⁴ Україна, Одеса

ORCID ID: ¹ 0000-0001-7548-4212, ² 0000-0001-7127-0487, ⁴ 0000-0003-0203-0599

Аннотация. Объекты судостроения и морской инфраструктуры в числе прочих элементов мирового, в частности отечественного, производства оказывают вредное воздействие на природную среду. Возникла необходимость в создании программы сокращения степени этого воздействия, содержащей как технические, так и социально-психологические задачи. Реализация программы позволит существенно улучшить экологическую обстановку.

Ключевые слова: судостроение, морская инфраструктура, управление, экологическая обстановка, природная среда.

Вступительная часть. В процессе своего развития и становления человечество сумело создать широко развитое мировое производство, представленное множеством отраслей, которые в целом удовлетворяют непрерывно возрастающие его запросы.

В качестве источника удовлетворения непрерывно возрастающих потребностей развивающегося производства в материалах и энергии человечество использует окружающую природную среду (ПС).

Как известно, мировое производство и объекты ПС, живой и неживой природы, непрерывно комплексно взаимодействуют, влияют друг на друга. При этом, практически принципиально важным является эффект негативного влияния производства на ПС, который наносит ей ущерб, ведет ее к деградации [1].

При этом, важнейшее значение имеет органическое свойство ПС: частично и медленно самовосстанавливать отнятые у нее действующим производством материальные и энергетические ресурсы. Важно отметить ограниченность этой способности ПС, которая (ограниченность) тем больше, чем больше степень ее (ПС) износа, то есть чем больше отнятых ранее у нее ресурсов (материальных и энергетических).

При этом, естественно, расширение масштабов мирового производства сопровождается

соответствующим расширением потребления им материалов и энергии [2, 3].

Бурное развитие производства, особенно по индустриальному сценарию (с середины 19 века до середины 20 века) и последующему стагнационному сценарию привело к глубокому истощению ПС, к существенному снижению ее ресурсов, реально доступных для добычи. Опасные изменения коснулись глобальной климатической обстановки. Ярким свидетельством сложившейся в мире опасной экологической обстановки является начавшаяся в начале 2019 года глобальная климатическая аномалия

Сформировалась и встала перед человечеством во весь свой гигантский рост проблема защиты, точнее проблема спасения, ПС от недопустимо опасного вредного воздействия на нее со стороны мирового производства.

Мировая общественность крайне обеспокоена, встревожена нынешним состоянием природной среды (ПС), которое быстро ухудшается.

Проблема находится в центре внимания мировой общественности, является главным предметом изучения и оперативной практической деятельности специалистов всех стран.

Основные аспекты и пути решения задач проблемы были рассмотрены и обсуждены на ряде международных конференций и совещаний ведущими специалистами, представителями практически всех стран современного мира. В их числе широко известные международные конференции и совещания в Киото (1997 год), в Стокгольме (2004 год), в Монреале (2005 год), в Париже (2016 год) и др.

Важное значение также приобрела перспектива осуществления в мировом производстве международной программы энергосбережения [4].

В контексте рассматриваемой проблемы, учитывая ее актуальность и уникальность по важности, масштабу, опасности возможных последствий, неотложности решения ее задач человечество обязано предпринимать экстраординарные коллективные действия, для ее решения. В контексте этих задач велика роль отечественного производства.

Целью исследования является поиск и исследование направлений, путей и средств снижения уровня вредного воздействия на природную среду со стороны одного из крупных его источников – объектов судостроения и морской инфраструктуры Украины.

Основная часть. В сложившейся в современном мире критической экологической обстановке, для исключения надвигающейся глобальной катастрофы, необходимо осуществлять широкую, комплексную международную программу мероприятий, для решительного снижения вредного воздействия производства, всех его отраслей, на ПС.

Человечеству предстоит осуществить формирование мировой программы комплекса мероприятий по коренному изменению – нормализации – отношения действующего в странах мира производства к ПС.

Одной из машиностроительных отраслей производства в Украине является судостроение. Его структурные объекты, а также объекты морской инфраструктуры, в перспективе их развития являются важным элементом развития отечественного производства, развития государства.

Энергоустановки этих производств используют твердое, жидкое и газообразное топливо. Вид сжигаемого топлива существенно влияет на уровень экологичности использующего его технического объекта [5].

В нынешних условиях действующие технические объекты рассматриваемой сферы отечественного производства оказывают на окружающую ПС интенсивное вредное воздействие, которое зависит от их фактической мощности и уровня их экологической эффективности. Важно отметить, что уровень их экологичности низок, вследствие высокой степени износа оборудования.

В условиях нынешней чрезвычайно сложной экологической обстановки в мире и, соответственно, в Украине, на упомянутых отечественных объектах судостроения и объектах морской инфраструктуры надлежит осуществлять собственную программу мероприятий по существенному сокращению вредного воздействия на ПС этих объектов.

Ведущей целевой идеей программы является возможно более значительное повышение уровня технологической эффективности функционирования объектов действующего оборудования, то есть повышения уровня их экологической, экономической и общетехнической эффективности.

Среди объектов судостроения и морской инфраструктуры особое внимание следует обратить на энергетическое оборудование, которое оказывает на ПС наиболее сильное вредное воздействие, превосходящее суммарное воздействие всех остальных элементов производства. Наиболее экологически агрессивными объектами являются котельные установки, вырабатывающие водяной пар или горячую воду, особенно работающие на твердом топливе.

В целях повышения уровня экологической эффективности, действующие технические объекты

необходимо подвергнуть обновлению доступного уровня: частичному, полному или избыточному [6, 7]. Выбор зависит от располагаемых ресурсных возможностей предприятия, владельца обновляемого объекта.

При проведении обновления проверке, перенастройке подлежат также средства автоматического контроля и управления элементами и системами обновляемого оборудования.

При решении задач рассматриваемой проблемы кроме технических задач необходимо также решать сложные задачи социально-психологического характера, которые призваны изменить отношение населения, отношение каждого человека к окружающему его реальному миру. Защита ПС диктует необходимость целенаправленно, на протяжении предстоящего ограниченного отрезка времени перевоспитать человека из безжалостного хладнокровного потребителя ее благ в грамотно, перспективно мыслящего заботливого пользователя ее дарами.

Данная социально-психологическая задача проблемного характера более важна и более сложна, чем рассмотренная выше проблемная задача технического характера. Сложность (громоздкость) ее обусловлена тем, что, во-первых, следует воздействовать на каждого человека, и, во-вторых, следует обеспечить возможность такого воздействия. Понятно, что эту сложную и громоздкую работу следует организовать во всех сферах жизни человека – на производстве, в быту, в СМИ.

Таким образом, человечеству предстоит, для сохранения себя и окружающей ПС, в корне изменить, уменьшить свое воздействие на ПС, с тем, чтобы,

- на первом этапе остановить ее деградацию,
- на втором этапе добиться улучшения ее состояния до доступного достаточно высокого, устойчивого уровня,
- на третьем этапе как угодно долго поддерживать благоприятное состояние ПС или продолжать улучшать его. Все решения в области развития производства следует принимать на основе согласованного экологического и экономического обоснования.

Перед отечественным судостроением и морской инфраструктурой стоит весьма трудная и ответственная задача решительного повышения уровня экологической эффективности функционирования используемого оборудования и снижения на основе этого его вредного воздействия на ПС.

Доступная оценка возможностей этой важной, перспективной сферы отечественного производства дает основание ожидать самых благоприятных результатов ее дальнейшего развития, в том числе повышения уровня экологической эффективности функционирования.

Выводы

1. Созданное человечеством широко развитое мировое производство оказывает на ПС комплексное вредное воздействие недопустимо высокого уровня, обуславливающее ее деградацию, идущую с ускорением.
2. Мировая общественность обеспокоена ухудшающимся состоянием ПС. Сформировалась проблема защиты ПС от вредного воздействия мирового производства.
3. Возникла необходимость формирования международной программы мероприятий по противодействию усиливающемуся вредному воздействию на ПС.
4. В отечественном производстве успешно функционируют технические объекты судостроения и объекты морской инфраструктуры.
5. Оборудование, используемое на этих объектах, в значительной части изношено, работает с относительно невысоким уровнем технологической, в том числе экологической, эффективности.
6. На объектах судостроения и морской инфраструктуры целесообразно осуществление собственной программы повышения экологичности оборудования.
7. Энергетическое оборудование обладает наиболее низкой экологичностью.
8. Изношенное оборудование целесообразно подвергнуть обновлению.
9. Возникающая проблема требует решать наряду с техническими задачами также весьма сложные социально-психологические задачи.
10. Перед отечественным производством, в том числе перед производственными объектами судостроения и морской инфраструктуры стоит задача коренного уменьшения уровня вредного воздействия на ПС.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Калякин, С. И., Чельшев, И. С. (2010). Воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду. *Успехи современного естествознания*, 7, 11-12.
- [2] Омеляновский П., Мисак Й. (Ред.). (2009). Тепловая энергетика – нові виклики часу. Львів: Українські технології.
- [3] Жабо, В. В. (2012). *Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС*. Москва: Энергоатомиздат.

- [4] Воинов, А. П., Воинова, С. А. (2019). Проблема энергосбережения и защита природной среды. *Енергетика та електрифікація*, 8, 31 - 33.
- [5] Воинов, А. П., Самохвалов, В. С., Коновалов, Д. В., Корниенко, В. С. (2019). Структура топливного баланса энергетики в судостроении и морской инфраструктуре Украины. *Судостроение и морская инфраструктура*, 1 (11), 123 – 129.
- [6] Воинова, С. О. (2011). Оновлення технічного об'єкта як засіб управління його технологічною ефективністю. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*, 5–6, 25 – 27.
- [7] Воинова, С. А. (2018). Избыточное обновление изношенных технических объектов. *Енергетика та електрифікація*, 1, 33 - 36.

Воинов О.П., Коновалов Д.В., Самохвалов В.С., Воинова С.А.

До управління екологічною обстановкою на об'єктах суднобудування та морської інфраструктури
Об'єкти суднобудування і морської інфраструктури в числі інших елементів світового, зокрема вітчизняного, виробництва мають шкідливий вплив на природне середовище. Виникла необхідність у створенні програми зниження ступеня цього впливу, що містить як технічні, так і соціально-психологічні завдання. Реалізація програми дозволить істотно поліпшити екологічну обстановку.

Ключові слова: суднобудування, морська інфраструктура, управління, екологічна обстановка, природне середовище

Voinov A.P. Konovalov D.V., Samohvalov V.S., Voinova S.A.

To environmental control at shipbuilding and marine infrastructure

Objects of shipbuilding and marine infrastructure, among other elements of the world industry, in particular, domestic one, have a harmful effect on the natural environment. There was a need to create a program to reduce the degree of this impact, containing both technical and socio-psychological tasks. The implementation of the program will significantly improve the environmental situation.

Keywords: shipbuilding, marine infrastructure, control, environmental situation, natural environment

Секція. 7. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

УДК 629.12

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОРМОВОГО ГИБКОГО ОГРАЖДЕНИЯ С ДВУХЪЯРУСНЫМ СЪЕМНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ АМФИБИЙНОГО СУДНА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Зайцев Володимир Васильович, д.т.н., професор, e-mail: zv1949@gmail.com

Зайцев Дмитро Володимирович, к.т.н., доцент, e-mail: zdmvl1982@gmail.com

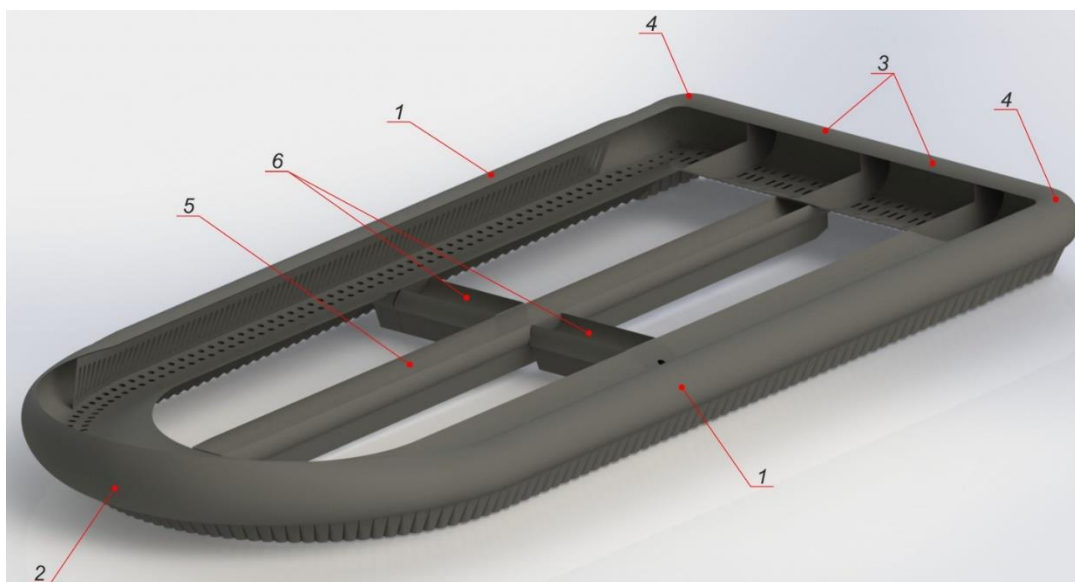
Зайцев Валерій Володимирович, д.т.н., доцент, e-mail: zvalv1974@gmail.com

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова Україна, Миколаїв

Анотація. У докладі представлено математичну модель кормового гнучкого огороження (КГО) з двоярусним знімним елементом (ЗЕ) амфібійного судна на повітряній подушці (СВПП). Математична модель дозволяє розробити алгоритм розрахунку і проводити обчислення такого типу гнучкого огороження повітряної подушки при виконанні ескізного та технічного проєктів СВПП.

Ключові слова: амфібійне судно на повітряній подушці, кормове гнучке огороження, двоярусний знімний елемент

Введение. Отличительной особенностью кормовых гибких ограждений (КГО) амфибийных судов на воздушной подушке (СВПА) является то, что для обеспечения хорошей мореходностью на волнении необходимо обеспечить малый перепад давлений воздуха в КГО и воздушной подушке (ВП). Такое решение обеспечивает малую жесткость и большую податливость гибких ограждений (ГО) при ходе СВПА на волнении до 2...3 баллов. Общее расположение ГО СВПА, показано на рис. 1.



1 – бортовое ГО; 2 – носовое ГО; 3 – кормовое ГО; 4 – угловые секции ГО;

5 – продольный киль ГО; 6 – поперечный киль ГО

Рисунок 1 – Общее расположение гибкого ограждения СВПА

Однако малый перепад давлений $\frac{P_{\text{РКГО}}}{P_{\text{СК}}} = 1,1 \dots 1,15$ (где $P_{\text{РКГО}}$ – давление в гибком ресивере КГО, Па; $P_{\text{СК}}$ – давление в секции ВП кормовой по левому борту (СКЛ) или по правому борту (СКП), (Па)) приводит к

неустойчивой форме кормовых секций ГО, к автоколебаниям во время его эксплуатации в том случае, если в конструкции КГО не предусмотреть некоторые важные элементы.

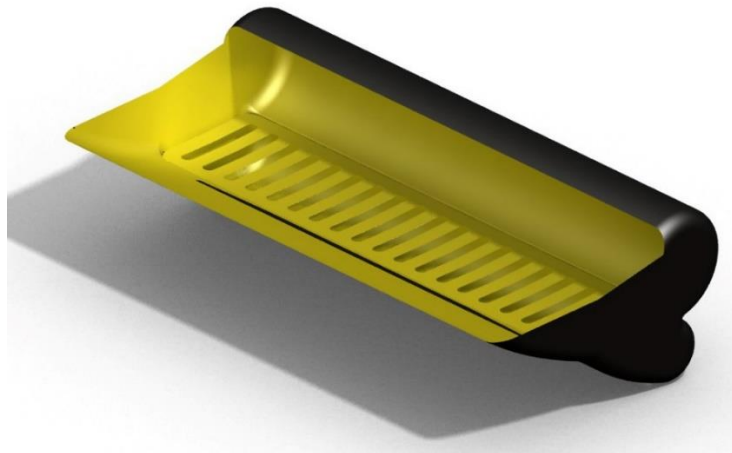


Рисунок 2 – Гибкий ресивер кормового ГО СВПА

Кроме того, при эксплуатации СВПА материалы ГО подвергаются постоянному воздействию знакопеременных нагрузок, вызванных автоколебаниями, низкочастотной и высокочастотной вибрацией, которая может возникать из-за пульсаций давления воздуха, из-за неровностей экрана, над которым движется СВПА. Вибрация ГО приводит к расслоению применяемого материала и разрушению эластичной конструкции.

Наиболее опасной является низкочастотная вибрация, которая возникает при движении СВПА над взволнованной поверхностью, когда все конструкции корпуса судна начинают испытывать значительные вертикальные ускорения.

Предотвращению низкочастотной вибрации способствует применение в конструкции КГО принципа рессорности, когда предусматривается разделение СЭ на два яруса. Такое ГО назовем рессорным ГО с двухъярусным СЭ, верхний ярус которого представляет собой также гибкий ресивер. Гибкий ресивер и двухъярусный съемный элемент сообщаются между собой через воздухопроводные вырезы.

Указанное конструктивное решение обеспечивает также лучшее уплотнение ВП, особенно при движении судна над неровной поверхностью, улучшает характеристики качки СВПА, так как обеспечивает возможность вертикального перемещения ГО, см. рис. 2.

Публикации, относящиеся к созданию математических моделей сложных многоярусных гибких ограждений воздушной подушки СВПА, а также к их расчету и проектированию были и ранее [1-3]. Однако в полной мере они не дают возможности их применить для создания математических моделей подъемного комплекса СВПА.

Цель работы. Создание математической модели для определения формы и напряженно-деформированного состояния кормового рессорного ГО с двухъярусным СЭ для составления в дальнейшем математической модели подъемного комплекса СВПА.

Основная часть. Приняты следующие допущения. Материал оболочек гибкого ресивера КГО и материал верхнего яруса кормового съемного элемента ГО (ВяКСЭ) считается изотропным, невесомым, нерастяжимым и абсолютно гибким; форма оболочки кормового гибкого ресивера – цилиндрическая; скачок давления воздуха между ВП и внешней средой происходит вдоль образующей G_K (рис. 3); нижний ярус кормового съемного элемента (НяКСЭ) считается жесткой конструкцией, которая может вращаться вокруг образующей S_K .

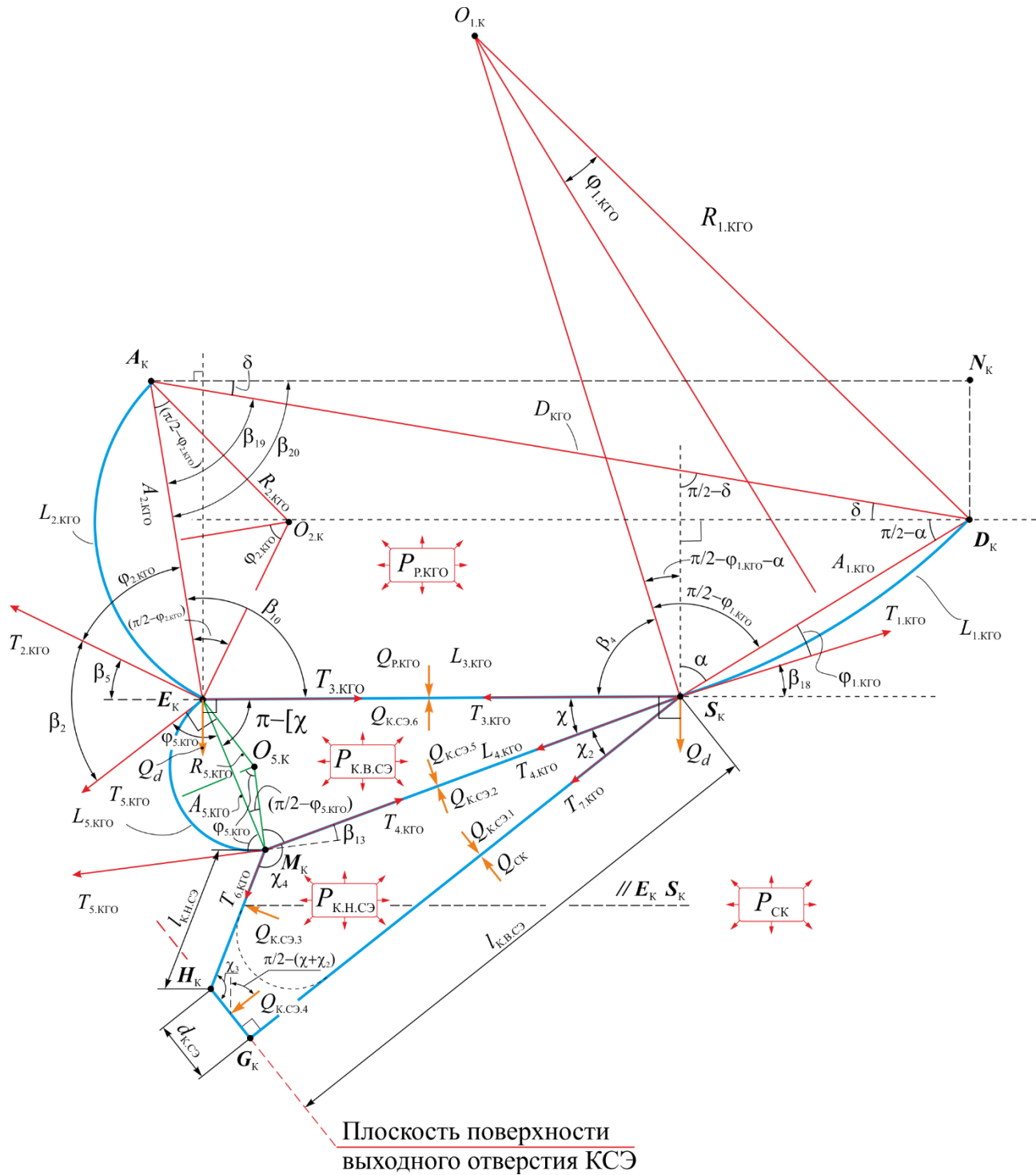


Рисунок 3 – Расчетная схема кормового гибкого ограждения и с двухъярусным съемным элементом СВПА

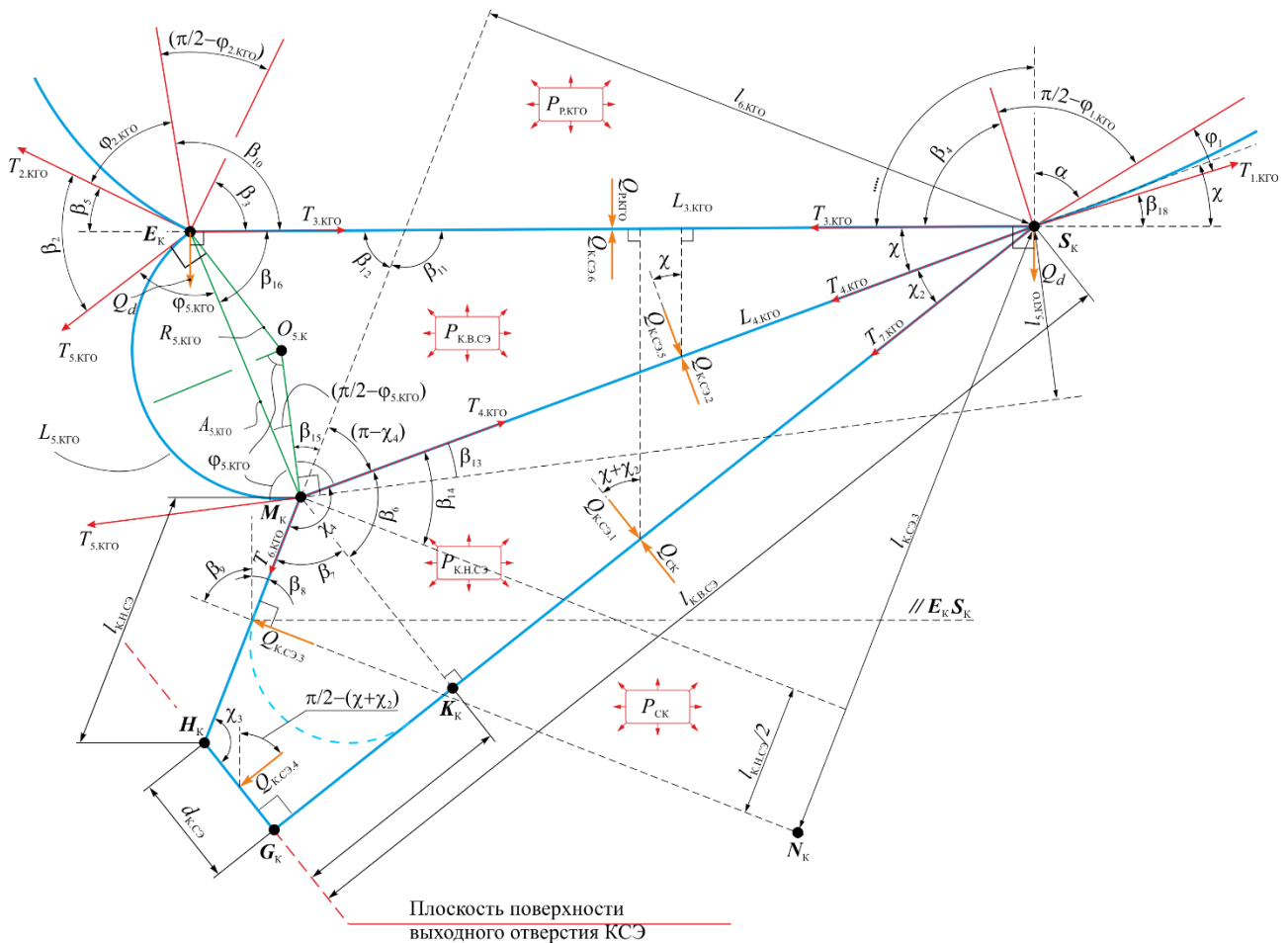


Рисунок 4 – Расчетная схема кормового двухъярусного съемного элемента гибкого ограждения СВПА

Рассмотрена мягкая оболочка кормового рессорного ГО, нагруженная давлением воздуха (рис. 3, 4). Гибкий кормовой ресивер $A_K E_K S_K D_K$ нагружен ступенчатым давлением воздуха: на участке $A_K E_K$ – давлением $P_{Р.КГО}$, на участке $E_K S_K$ – давлением $(P_{Р.КГО} - P_{КВ.СЭ})$, на участке $S_K D_K$ – давлением $(P_{Р.КГО} - P_{СК})$. Верхний ярус кормового съемного элемента (ВяКСЭ) $E_K M_K S_K$ нагружен в районе диафрагмы $M_K S_K$ – давлением $(P_{КВ.СЭ} - P_{КН.СЭ})$, в районе внешнего участка $E_K M_K$ давлением $P_{КВ.СЭ}$.

Нижний ярус кормового съемного элемента (НяКСЭ) $M_K S_K G_K H_K$ нагружен в районе плоскости внутренней части (К.В.СЭ) нижнего яруса кормового съемного элемента $S_K G_K$ давлением $(P_{КН.СЭ} - P_{СК})$, в районе плоскости поверхности выходного отверстия КСЭ ($G_K H_K$) – давлением $P_{КН.СЭ}$; в районе плоскости наружной части (К.Н.СЭ) нижнего яруса кормового СЭ $M_K H_K$ – давлением $P_{КН.СЭ}$; в районе диафрагмы кормового СЭ $M_K S_K$ давлением $(P_{КВ.СЭ} - P_{КН.СЭ})$.

Крепление кормового ГО к жесткому ресиверу осуществляется по двум параллельным направляющим A_K и D_K на петлях, вокруг которых гибкий ресивер может беспрепятственно вращаться. Кормовой СЭ крепится к ресиверу КГО по двум параллельным направляющим E_K и S_K .

В качестве исходных данных принимаются: $P_{Р.КГО}$ – избыточное давление воздуха в гибком ресивере КГО, Па; $P_{КВ.СЭ}$ – избыточное давление воздуха в верхнем ярусе кормового СЭ (ВяКСЭ), Па; $P_{КН.СЭ}$ – избыточное давление воздуха в нижнем ярусе кормового СЭ (НяКСЭ), Па; $P_{СК}$ – избыточное давление воздуха в секции ВП кормовой секции ВП, Па; $A_K(0; a_{КГО})$, $D_K(b_{КГО}; 0)$ – соответственно координаты внешней и внутренней точек закрепления ресивера, м; $L_{1.КГО}$ – длина поперечного сечения внутреннего участка $D_K S_K$ гибкого ресивера КГО, м; $L_{2.КГО}$ – длина поперечного сечения наружного участка $A_K E_K$ гибкого ресивера КГО, м; $L_{3.КГО}$ – длина диафрагмы $E_K S_K$ (среднего участка) кормового СЭ (длина крепления кормового СЭ к гибкому ресиверу ГО, м; $L_{4.КГО}$ – длина диафрагмы $M_K S_K$ кормового СЭ, м; $L_{5.КГО}$ – длина поперечного сечения наружного участка $M_K E_K$ верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ), м; χ_2 – угол между диафрагмой $M_K S_K$ и внутренней поверхностью нижнего яруса

кормового СЭ ГО (НяКСЭ) $G_K S_K$, градусы; χ_3 – угол между наружной поверхностью нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) $H_K M_K$ и плоскостью поверхности выходного отверстия кормового СЭ $H_K G_K$, градусы; χ_4 – угол между наружной поверхностью нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) $H_K M_K$ и диафрагмой $M_K S_K$, градусы; $l_{KB,CS}$ – длина внутренней поверхности нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) $G_K S_K$, м; $l_{KH,CS}$ – длина наружной поверхности нижнего яруса кормового СЭ ГО (НяКСЭ) $H_K M_K$, м; d_{KCS} – диаметр выходного отверстия кормового СЭ $H_K G_K$, м.

Необходимо найти такие параметры формы кормового ГО, которые позволят провести построения без использования дополнительных графоаналитических операций.

Участки гибкого ресивера КГО, нагружены равномерными нагрузками, следовательно, их формами сечения будут дуги окружностей различных радиусов.

Искомыми являются следующие величины (рис. 3, 4): δ – угол наклона линии крепления КГО на корпусе СВПА по отношению к горизонту, градусы; $D_{KГО}$ – расстояние между образующими A_K и D_K КГО его креплений к корпусу СВПА, м; X_{S_K}, Y_{S_K} – координаты точки сопряжения внутреннего участка ресивера КГО $S_K D_K$ и его среднего участка $E_K S_K$, а линии крепления кормового съемного элемента (КСЭ) к кормовому гибкому ресиверу (КР), м; X_{E_K}, Y_{E_K} – координаты точки сопряжения внешнего $A_K E_K$ участка КР и внешнего участка верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ) $E_K M_K$, м; X_{M_K}, Y_{M_K} – координаты точки сопряжения внешнего $E_K M_K$ участка верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ) ГО и наружного участка нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) $M_K H_K$, м; $X_{O_{1,K}}, Y_{O_{1,K}}$ – координаты центра кривизны внутреннего участка $S_K D_K$ гибкого кормового ресивера КГО, м; $X_{O_{2,K}}, Y_{O_{2,K}}$ – координаты центра кривизны внешнего участка $A_K E_K$ гибкого кормового ресивера КГО, м; $X_{O_{3,K}}, Y_{O_{3,K}}$ – координаты центра кривизны внешнего участка $E_K M_K$ верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ) КГО, м; X_{G_K}, Y_{G_K} – координаты нижней точки нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) КГО, м; $R_{1,KГО}, R_{2,KГО}$ – соответственно радиусы кривизны внутреннего $S_K D_K$, внешнего $A_K E_K$ участков гибкого ресивера КГО, м; $R_{5,KГО}$ – радиус кривизны внешнего $E_K M_K$ участка верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ), м; $\varphi_{1,KГО}, \varphi_{2,KГО}$ – соответственно половины центральных углов дуг поперечных сечений внутреннего $S_K D_K$ и внешнего $E_K A_K$ участков гибкого кормового ресивера КГО, рад; $\varphi_{5,KГО}$ – половина центрального угла дуги поперечного сечения внешнего $M_K E_K$ участка верхнего яруса кормового СЭ, рад; $T_{1,KГО}, T_{2,KГО}, T_{4,KГО}, T_{7,KГО}$ – внутренние усилия, действующие вдоль образующей S_K гибкого кормового ресивера КГО (КР), Н; $T_{4,KГО}, T_{5,KГО}, T_{6,KГО}$ – внутренние усилия, действующие в точке M_K сопряжения верхнего (ВяКСЭ) яруса и нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) КГО, Н; $T_{2,KГО}, T_{3,KГО}, T_{5,KГО}$ – внутренние усилия, действующие в точке E_K сопряжения верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ) и гибкого кормового ресивера КГО (КР), Н; $A_{1,KГО}, A_{2,KГО}$ – длины хорд внутреннего $S_K D_K$ и внешнего $E_K A_K$ участков гибкого кормового ресивера КГО, м; $A_{5,KГО}$ – длина хорды внешнего $E_K M_K$ участка верхнего яруса кормового СЭ (ВяКСЭ), м; β_7 – угол между наружной поверхностью нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ) $H_K M_K$ и перпендикуляром $M_K K_K$, опущенным из точки M_K на плоскость внутренней поверхности нижнего яруса кормового СЭ (НяКСЭ), градусы; β_3 – угол между диафрагмой $E_K S_K$ (среднего участка) кормового СЭ (длина крепления кормового съемного элемента (КСЭ) к гибкому ресиверу ГО и радиусом $R_{2,KГО}$ внешнего $A_K E_K$ участка гибкого ресивера КГО (см. рис. 3), градусы; β_4 – угол между диафрагмой $E_K S_K$ (среднего участка) КСЭ (длина крепления КСЭ к гибкому ресиверу ГО) и радиусом $R_{1,KГО}$ внутреннего $S_K D_K$ участка гибкого ресивера КГО (см. рис. 3), градусы; β_5 – угол между направлением диафрагмы $E_K S_K$ (среднего участка) КСЭ (длина крепления КСЭ к гибкому ресиверу ГО) и направлением внутреннего усилия $T_{2,KГО}$, действующего в точке E_K сопряжения верхнего яруса КСЭ (ВяКСЭ) и внешнего участка $A_K E_K$ гибкого кормового ресивера КГО (КР), (см. рис. 3 и 4), градусы; β_{10} – угол между направлением диафрагмы $E_K S_K$ и хордой $A_{2,KГО}$ внешнего $E_K A_K$ участков гибкого кормового ресивера КГО, градусы; β_{13} – угол между диафрагмой $M_K S_K$ КСЭ и перпендикуляром, опущенным из вершины M_K на направление плеча $l_{5,KГО}$ момента усилия $T_{5,KГО}$ (см. рис. 2.6.3), градусы; $\beta_{20}, \beta_{15}, \beta_{16}, \beta_{19}, \beta_6$ – углы, показанные на рис. 3 4, градусы; β_2 – угол между направлениями усилий $T_{2,K}$ и $T_{5,K}$, градусы; α – угол между хордой $S_K D_K$ и нормалью к горизонтальной линии, проходящей через линию крепления гибкого кормового ресивера к корпусу судна, градусы; χ – угол между диафрагмами $E_K S_K$ и $M_K S_K$ верхнего яруса КСЭ ГО (ВяКСЭ), градусы;

Создана математическая модель кормового гибкого ограждения с двухъярусным съемным элементом СВПА, в которую входят геометрические соотношения для гибкого кормового ресивера и верхнего яруса кормового СЭ, уравнения равновесия нижнего яруса кормового СЭ ГО, дополнительных уравнений равновесия узлов КГО и дополнительных зависимостей для КГО и для нахождения координат ключевых точек КГО. Приводится решение систем уравнений.

Выводы. Созданная математическая модель кормового гибкого ограждения с двухъярусным съёмным элементом СВПА позволяет создать алгоритм расчета и проводить определение его формы и напряженно-деформированного состояния без дополнительных графических построений для составления в дальнейшем математической модели подъемного комплекса СВПА с таким КГО.

REFERENCES

- [1] Кувалдина О.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал. В. Расчет многоярусных гибких ограждений скеговых судов на воздушной подушке // 36. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК. – 2006 – № 4 (409). – С. 23-31.
- [2] Зайцев Д.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал.В. Математическая модель кормового рессорного гибкого ограждения СВПА // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 95-річчю Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Миколаїв: НУК, 2015. – С. 291-293.
- [3] Зайцев В.В., Мартынец Б.Н. Расчетные зависимости для многоярусных цилиндрических сетных оболочек. – Труды НКИ. – Николаев: НКИ, 1980. – Вып.167. – С. 77–87.

Zaytsev V.V., Zaytsev D.V., Zaytsev Val. V.

A mathematical model of a stern flexible skirt with a two-tier removable element of an hovercraft

Abstract. The report presents a mathematical model of a stern flexible skirt (SFS) with a two-tier removable element (RE) of hovercraft. The mathematical model allows us to develop a calculation algorithm and carry out calculations of this type of flexible skirt when performing a preliminary and technical design of hovercraft.

Keywords: hovercraft, stern flexible skirt, two-tier removable element

УДК 629.12.011.001.24

О РОЛИ СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ В ОПРОКИДЫВАНИИ КОРАБЛЯ. УСТОЙЧИВОСТЬ СВОБОДНЫХ БОРТОВЫХ КОЛЕБАНИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
Украина, г. Николаев
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуто взаємозв'язок між ймовірністю перекидання корабля, обчислену згідно з енергетичним критерієм, та ймовірністю перекидання, яке пов'язане із втратою стійкості вільними бортовими коливаннями другого роду

Ключові слова: остійність корабля; ймовірність перекидання; енергетичний критерій; вільні бортові коливання

Вступительная часть. В нашей предшествующей работе [1] введены понятия свободных бортовых колебаний первого рода, возникновение которых связано с постоянным появлением новых начальных условий из-за нерегулярности волнения, и свободных бортовых колебаний второго рода, которые возникают как на регулярном, так и на нерегулярном волнении из-за изменения начальных условий тогда, когда амплитуда бортовой качки превысит угол максимума диаграммы статической остойчивости. В этой же работе указано, что возможны два подхода к определению вероятности опрокидывания проектируемого корабля. В основе первого подхода лежит соотношение между кинетической и потенциальной энергиями совершающего бортовую качку корабля, [2], а в основе второго подхода - возможная потеря устойчивости свободными бортовыми колебаниями второго рода [3]. Дальнейшее развитие ряда положений работы [1], связанное с установлением взаимосвязи между двумя этими подходами к определению вероятности опрокидывания, и рассмотрено ниже.

Цель работы. Основной целью работы является анализ взаимосвязи между вероятностью опрокидывания корабля, найденной по энергетическому критерию, и вероятностью опрокидывания, найденной из условия потери устойчивости свободными бортовыми колебаниями второго рода.

Основная часть работы. Для достижения цели работы сначала рассмотрим некоторые аспекты устойчивости бортовых колебаний при прямом положении корабля («мачты вверх») и в положении корабля вверх килем, [3], а затем сделаем из этого рассмотрения некоторые новые выводы. По аналогии с

исследованием [3], в основе анализа будет нелинейное по восстанавливающему моменту, но линейное по демпфированию однородное уравнение свободных бортовых колебаний корабля первого рода при произвольном угле равновесия θ_p вида

$$\ddot{\theta} + 2\nu_{\theta}\dot{\theta} + n_{\theta}^2 \frac{1}{h_0} \frac{dl_{\theta}(\theta)}{d\theta} \bigg|_{\theta=\theta_p} (\theta - \theta_p) = 0, \quad (1)$$

где θ , $\dot{\theta}$, $\ddot{\theta}$ - ординаты накрениний при бортовой качке, угловых скоростей и угловых ускорений;

ν_{θ} - размерный коэффициент линейного демпфирования бортовой качки;

n_{θ} - частота собственных бортовых колебаний:

$l_{\theta}(\theta)$, h_0 - ординаты диаграммы статической остойчивости и начальная поперечная метацентрическая высота.

Начнём наш анализ с прямого положения корабля, («мачты вверх»), когда $\theta_p = 0$ и $\frac{dl_{\theta}(\theta)}{d\theta} \bigg|_{\theta=0} = h_0$, рис.

1 случай А, причём начальная остойчивость положительна и $h_0 > 0$. Тогда будет

$$\ddot{\theta} + 2\nu_{\theta}\dot{\theta} + n_{\theta}^2\theta = 0. \quad (2)$$

Если искать общее решение однородного уравнения (2) в виде $\theta'_0(t) = \exp(\lambda t)$, то находим

$$\lambda^2 \exp(\lambda t) + 2\nu_{\theta}\lambda \exp(\lambda t) + n_{\theta}^2 \exp(\lambda t) = 0,$$

и, поскольку $\exp(\lambda t) \neq 0$, то, сокращая на эту величину, приходим к алгебраическому квадратному уравнению, которое носит название характеристического уравнения:

$$\lambda^2 + 2\lambda\nu_{\theta} + n_{\theta}^2 = 0.$$

Для корней этого уравнения в русскоязычной технической литературе применяется термин «корни характеристического уравнения», а в англоязычной литературе - «собственные значения» (Eigenvalues). Очевидно, что корней два, и они определяются как

$$\lambda'_{1,2} = -\nu_{\theta} \pm \sqrt{\nu_{\theta}^2 - n_{\theta}^2}.$$

Тогда всякое решение $\theta'_0(t)$ исходного уравнения определяется как линейная комбинация решений $\theta_1(t) = \exp(\lambda'_1 t)$ и $\theta_2(t) = \exp(\lambda'_2 t)$:

$$\theta'_0(t) = C'_1 \exp(\lambda'_1 t) + C'_2 \exp(\lambda'_2 t),$$

где постоянные C'_1 и C'_2 определяются из начальных условий.

На практике всегда $\nu_{\theta} < n_{\theta}$, в силу чего корни характеристического уравнения получаются комплексными. Преобразуя мнимый аргумент под экспонентами по известным формулам Эйлера-Муавра, находим:

$$\theta'_{0c}(t) = \theta'_0 \exp(-\nu_{\theta} t) \sin(\sqrt{n_{\theta}^2 - \nu_{\theta}^2} t + \mathcal{G}'_{\theta}); \quad \theta'_0 = \sqrt{C'^2_1 + C'^2_2}; \quad \operatorname{tg} \mathcal{G}'_{\theta} = -\frac{C'_1}{C'_2}.$$

Устремляя время к бесконечности, и переходя к пределу с учётом того, что всегда $\nu_{\theta} > 0$, находим, что $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta'(t) = 0$.

Таким образом, прямое положение равновесия корабля при положительной начальной остойчивости устойчиво. Это тривиальный результат, который может быть получен и более простым путём, когда анализируется знак восстанавливающего момента при небольшом накренинии в условиях положительной начальной остойчивости.

Рассмотрим далее случай, когда корабль находится в положении вверх килём, $\theta_p = \pi$ и $\frac{dl_\theta(\theta)}{d\theta}_{\theta=\pi} = h_\pi > 0$, рис. 1, случай В.

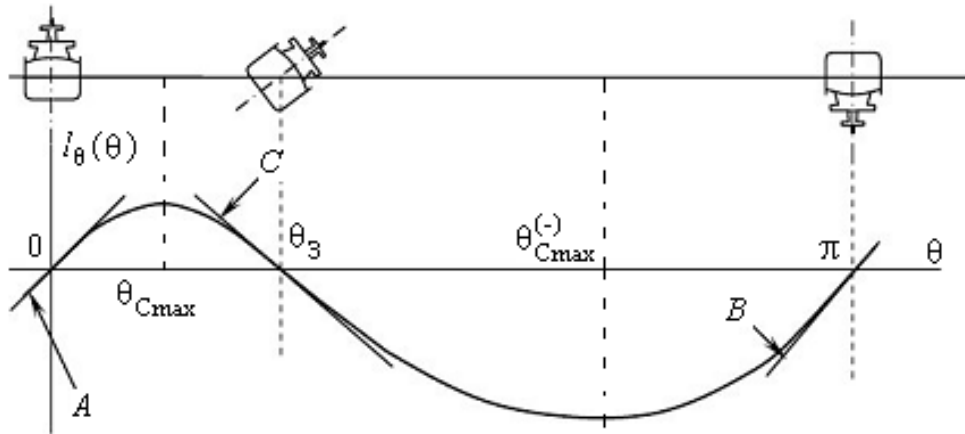


Рис. 1. Характерные положения корабля, [3]

Предполагается, что в таком положении корабль не погибает от потери водонепроницаемости и плавучести. Исходное однородное уравнение в этом случае

$$\ddot{\theta} + 2\nu_\theta \dot{\theta} + n_\theta^2 \bar{h}_\pi \theta + n_\theta^2 \bar{h}_{\pi 3} \theta_3 = 0, \quad \bar{h}_\pi = \frac{h_\pi}{h_0} > 0, \quad (3)$$

оба корня характеристического уравнения комплексные, и общее решение исходного однородного уравнения (3) может быть записано в следующем виде:

$$\theta''_0(t) = C_1'' \exp(\lambda_1'' t) + C_2'' \exp(\lambda_2'' t) + \pi = \theta_0'' \exp(-\nu_\theta t) \sin(\sqrt{n_\theta^2 \bar{h}_\pi - \nu_\theta^2} t + \vartheta_\theta) + \pi;$$

$$\theta_0'' = \sqrt{C_1''^2 + C_2''^2}; \quad \operatorname{tg} \vartheta_\theta = -\frac{C_1''}{C_2''}.$$

и переход к пределу даёт $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta''(t) = \pi$, то есть при сохранении водонепроницаемости после прекращения действия малых кренящих возмущений корабль вернётся в положение вверх килём.

Но до сих пор предполагалось, что демпфирование не зависит от угла крена, тогда как в положении вверх килём оно существенно возрастёт (допустим, до величины $\nu_{\theta\pi} > \nu_\theta$) и может оказаться, что $\nu_{\theta\pi} > n_\theta \sqrt{\bar{h}_\pi}$. Тогда оба корня характеристического уравнения будут действительными, но отрицательными, а движение корабля - затухающим не периодическим. Но и в этом случае оказывается, что $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta''(t) = \pi$, [3].

Рассмотрим равновесие корабля при таком угле крена $\theta_p = \theta_*$, который находится на нисходящей ветви диаграммы статической остойчивости в диапазоне $\theta_{C \max} < \theta_* < \theta_{C \max}^{(-)}$, смысл углов $\theta_{C \max}$ и $\theta_{C \max}^{(-)}$ ясен из рис. 1. Особо отметим, что в этот диапазон попадает и угол заката диаграммы статической остойчивости

θ_3 , рис. 1. В этом случае $\frac{dl_\theta(\theta)}{d\theta}_{\theta=\theta_*} = -h_*$, причём, поскольку рассматривается именно нисходящая ветвь

диаграммы, всегда $h_* > 0$. Для простоты примем, что демпфирование линейно и постоянно - это не окажет влияния на качественный результат, а также, что величина $h_\theta \neq h_*(\theta)$, это случай С на рис. 1. Исходное однородное уравнение в этом случае

$$\ddot{\theta} + 2\nu_{\theta}\dot{\theta} - n_{\theta}^2\bar{h}_3\theta + n_{\theta}^2\bar{h}_*\theta_3 = 0, \quad \bar{h}_* = \frac{h_*}{h_0} > 0. \quad (4)$$

После описанных в работе [3] преобразований приходим к характеристическому уравнению вида $\lambda^2 + 2\nu_{\theta}\lambda - n_{\theta}^2\bar{h}_* = 0$, корни которого есть

$$\lambda_{1,2}''' = -\nu_{\theta} \pm \sqrt{\nu_{\theta}^2 + n_{\theta}^2\bar{h}_*}.$$

Общее решение исходного однородного уравнения (4) $\theta_0''(t)$ есть

$$\theta_0'''(t) = C_1''' \exp(\lambda_1''' t) + C_2''' \exp(\lambda_2''' t) + \theta_*, \quad (5)$$

где постоянные C_1 и C_2 также определяются из начальных условий.

Но, в отличие от предыдущего случая, оба корня λ_1''' и λ_2''' действительные, причём первый корень $\lambda_1''' = -\nu_{\theta} + \sqrt{\nu_{\theta}^2 + n_{\theta}^2\bar{h}_*}$ всегда положительный, тогда как второй корень $\lambda_2''' = -\nu_{\theta} - \sqrt{\nu_{\theta}^2 + n_{\theta}^2\bar{h}_*}$ всегда отрицательный. С течением времени функция $\exp(\lambda_{1,2}''' t)$ стремится к 0, если $\lambda_{1,2}''' < 0$, и неограниченно возрастает, если $\lambda_{1,2}''' > 0$. А поскольку один из корней всегда положительный, то теоретически получается, что $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta'''(t) = \pm\infty$. При этом $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta'''(t) = +\infty$, если $C_1 > 0$, и $\lim_{t \rightarrow \infty} \theta'''(t) = -\infty$, если $C_1 < 0$.

Практически, однако, это условие следует понимать так. Совершающий бортовую качку корабль не может оставаться в неустойчивом положении равновесия в диапазоне углов крена $\theta_{C \max} < \theta_* < \theta_{C \max}^{(-)}$. Он должен прийти в одно из устойчивых положений равновесия. При этом корабль должен либо вернуться в исходное прямое положение устойчивого равновесия, отвечающее $\theta_p = 0$, если в формуле (5) $C_1 < 0$, либо опрокинуться, придя в новое (катастрофическое) положение устойчивого равновесия, отвечающее $\theta_p = \pi$, если $C_1 > 0$. Таким образом, если амплитуда бортовой качки превысила угол максимума диаграммы статической остойчивости и при этом оказалось, что $C_1 > 0$, то корабль опрокинется из-за потери устойчивости свободных колебаний второго рода.

Рассмотрим теперь энергетические соотношения для свободных колебаний первого рода, которые отвечают первоначальному нахождению корабля в прямом положении равновесия. Пусть корабль быть выведен из положения равновесия импульсом типа показанного на рис. 1б в работе [1]. Это может быть либо кратковременный порыв ветра, либо сильный, но удалённый воздушный взрыв. Тогда в результате действия приложенного в плоскости шпангоута момента импульса внешней силы I_{θ} , время действия которого мало по

сравнению с периодом собственных свободных колебаний $\tau_{\theta} = \frac{2\pi}{n_{\theta}}$, корабль приобретёт начальную

угловую скорость $\dot{\theta}_0 = \frac{I_{\theta}}{J_x + \lambda_{\theta}}$, где J_x , λ_{θ} - собственный и присоединённый моменты инерции массы

корабля при бортовых наклонениях. Запас кинетической энергии корабля, под действием которого корабль

будет совершать свободные колебания, есть $K_0 = K'_0 = \frac{J_x + \lambda_{\theta}}{2} \theta_0^2$.

Рассмотрим сначала теоретическую ситуацию, когда свободные колебания первого рода при неизменности начальных условий не затухают (на регулярном волнении демпфирование бортовой качки отсутствует). Периодический процесс не затухающих свободных колебаний сводится к тому, что в этом процессе всё время изменяется баланс между кинетической $K = K'_0$ и потенциальной Π энергией

системи, $\Pi = \Pi(\theta) = Dd_\theta(\theta)$, где $d_\theta(\theta) = \int_0^\theta l_\theta(\varphi) d\varphi$ есть ординаты диаграммы динамической остойчивости и D -водоизмещение. Рассмотрим изменение этого баланса более подробно. Так, очевидно, что кинетическая $K_t(t) = \frac{J_x + \lambda_\theta}{2} \dot{\theta}^2(t)$ и потенциальная $\Pi_t(t) = Dd_\theta[\theta(t)]$ энергии качающегося корабля зависят от времени t . Тогда в момент времени $t = t_{01}$, отвечающий моменту действия импульса, величина кинетической энергии максимальна и $K_t(t_{01}) = \frac{J_x + \lambda_\theta}{2} \dot{\theta}_0^2 = K'_0$, тогда как

$\Pi_t(t_{01}) = Dd_\theta(0) = 0$. Далее, в момент времени $t_{02} = t_{01} + \frac{\tau_{\theta НЛ}}{4}$ корабль проходит через максимальное отклонение от положения равновесия, период собственных бортовых колебаний с учётом нелинейности по восстанавливающему моменту $\tau_{\theta НЛ}$ определяется, как показано ниже. Здесь потенциальная энергия

$\Pi_t = Dd_\theta[\theta(t_{02})] = Dd_\theta(\theta_0) = \Pi_0$ максимальна, тогда как $\dot{\theta}(t_{02}) = 0$ и $K_t(t_{02}) = 0$. Допустим теперь, что колебания проходят у нас на грани опрокидывания, так что гасящая кинетическую энергию потенциальная энергия корабля исчерпывается полностью, $K'_0 = \Pi$. Это означает, что при предельной амплитуде бортовой качки $\theta_{\max}$, при которой корабль ещё не опрокидывается, зависимость $\Pi = \Pi(\theta)$ проходит через максимум и амплитуда $\theta_{\max}$ должна отвечать условию

$\theta_{\max} : \frac{dd_\theta(\theta)}{d\theta} \Big|_{\theta=\theta_{\max}} = 0$. Но тогда, в соответствии с общеизвестными свойствами диаграммы

динамической остойчивости корабля, и получается, что $\theta_{\max} = \theta_3$, где θ_3 есть угол заката диаграммы статической остойчивости. Именно при этом угле диаграмма динамической остойчивости $d_\theta(\theta)$, будучи интегральной кривой по отношению к диаграмме статической остойчивости $l_\theta(\theta)$, проходит через своё максимальное значение. Тогда, если $\theta(t_0) = \theta_3$ и ордината угловой скорости $\dot{\theta}(t_0) > 0$ и соответственно $K'_0 > Dd_\theta(\theta_3)$, то корабль после достижения им угла заката θ_3 будет какое-то время продолжать крениться, угол крена превзойдёт угол заката и корабль опрокинется.

Если же $\theta(t_0) = \theta_3$ и ордината угловой скорости $\dot{\theta}(t_0)$ будет в этот момент отрицательна, то, дойдя до угла заката, корабль начнёт возвращаться в прямое положение. Соответственно совокупность условий $\theta(t_0) = \theta_3$ и $\dot{\theta}(t_0) \geq 0$ представляет собой кинематический критерий опрокидывания корабля. Те же результаты можно получить и путём анализа устойчивости свободных колебаний первого рода. В то же время условия опрокидывания из-за потери устойчивости свободных колебаний первого и второго рода никак друг с другом не связаны.

На практике из-за положительности демпфирования при неизменности начальных условий свободные колебания (это по нашей терминологии свободные колебания первого рода) всегда будут затухающими. Пусть $E_t(t) = K_t(t) + \Pi(t)$ есть полная энергия бортовой качки. Тогда уравнению свободных колебаний (1)

отвечает соотношение $\frac{dE_t(t)}{dt} = M_{Dt} \dot{\theta}$, где M_{Dt} - демпфирующий момент при бортовой качке, [4], а при

линейном демпфировании $\frac{dE_t(t)}{dt} = -2(J_x + \lambda_\theta) v_\theta \dot{\theta}^2$.

Перейдемо к анализу вынужденных бортовых колебаний корабля на регулярном волнении с частотой ω и с амплитудой r_0 . Принимая за основу уравнение (1) и добавляя в него отличную от 0 правую часть (отнесенный к суммарному моменту инерции массы корабля $J_x + \lambda_\theta$ возмущающий момент), имеем

$$\ddot{\theta} + 2\nu_\theta \dot{\theta} + n_\theta^2 \frac{1}{h_0} \frac{dl_\theta(\theta)}{d\theta} \bigg|_{\theta=\theta_p} (\theta - \theta_p) = \kappa_\theta n_\theta^2 \alpha_{B0}(r_0, \omega) \sin \omega t, \quad (6)$$

где $\kappa_\theta(\omega)$ - поправочный коэффициент к возмущающему моменту при бортовой качке,

$\alpha_{B0} = \frac{\omega^2}{g} r_0$ - амплитуда угла волнового склона, а $g = 9,8$ м/с² - ускорение свободного падения.

Решение $\theta(t)$ уравнения (6), как известно, есть

$$\theta(t) = \theta_0(t) + \theta_q(t), \quad (7)$$

где $\theta_0(t)$ есть общее решение, т.е. решение однородного дифференциального уравнения в формах (1), (3) или (4), в зависимости от принятого расчётного положения равновесия, а $\theta_q(t)$ есть частное решение, отвечающее конкретной правой части уравнения бортовой качки, которое также должно отвечать расчётному положению равновесия.

Отметим, что в соответствии с теорией дифференциальных уравнений решение $\theta(t)$ определяется по формуле (7) как простая алгебраическая сумма двух не зависящих друг от друга слагаемых - $\theta_0(t)$ и $\theta_q(t)$. Соответствующие общие решения видов $\theta'_0(t)$, $\theta''_0(t)$ и $\theta'''_0(t)$ были рассмотрены выше. Рассмотрим частные решения для различных положений равновесия. Для угла устойчивого равновесия $\theta_p = 0$ уравнение (6) принимает вид

$$\ddot{\theta} + 2\nu_\theta \dot{\theta} + n_\theta^2 \theta = \kappa_\theta n_\theta^2 \alpha_B(r_0, \omega, t), \quad (8)$$

а частное решение уравнения (8) будет

$$\begin{aligned} \theta_q(t) &= \theta'_q(t) = \theta_0(\omega) \sin(\omega t + \delta_\theta); \\ \frac{\theta_0(\omega)}{\alpha_{B0}} &= \frac{\theta_0^*(\omega)}{\alpha_{B0}} = \frac{\kappa_\theta(\omega) n_\theta^2}{\sqrt{(n_\theta^2 - \omega^2)^2 + 4\nu_\theta^2 \omega^2}}, \end{aligned} \quad (9)$$

а фаза δ_θ в данной задаче не представляет интереса.

Рассмотрим частное решение уравнения (6) при угле неустойчивого равновесия $\theta_p = \theta_{C \max}$. Для этого применяется кусочно-линейная аппроксимация диаграммы статической остойчивости, [3]. Ограничимся наиболее часто встречающейся на практике конфигурацией этой диаграммы для плавающего в прямом положении корабля (кривая с одним максимумом при угле крена $\theta = \theta_{C \max}$, $l_\theta(0) = l_\theta(\theta_3) = 0$). Тогда приближённо при $\theta \leq \theta_{C \max}$ будем иметь $l_\theta(\theta) \approx h_0 \theta$, а при $\theta \geq \theta_{C \max}$ получим, что $l_\theta(\theta) \approx l_{\theta \max} \frac{\theta_3 - \theta}{\theta_3 - \theta_{C \max}}$, $l_{\theta \max} = l_\theta(\theta_{C \max})$. Тогда частное решение (8) будет справедливо для диапазона углов крена $0 < \theta < \theta_{C \max}$.

А для диапазона углов крена $\theta_p = \theta_{C \max} < \theta < \theta_3$ и кусочно-линейной аппроксимации диаграммы статической остойчивости уравнение (6) принимает вид

$$\ddot{\theta} + 2\nu_\theta \dot{\theta} + \tilde{n}_\theta^2 \theta = \kappa_\theta n_\theta^2 \alpha_B(r_0, \omega, t); \quad \tilde{n}_\theta^2 = \frac{n_\theta^2}{h_0} \frac{l_{\theta \max}}{\theta_{C \max} - \theta_3} < 0. \quad (10)$$

Частное решение уравнения (10), справедливое для указанного диапазона углов крена, будет, [3]:

$$\theta''_y(t) = \theta_0(\omega) \sin(\omega t + \delta_{\theta 1});$$

$$\frac{\theta_0(\omega)}{\alpha_{B0}} = \frac{\theta_0^{**}}{\alpha_{B0}} = \frac{\kappa_{\theta}(\omega) n_{\theta}^2}{\sqrt{(\tilde{n}_{\theta}^2 + \omega^2)^2 + 4\nu_{\theta}^2 \omega^2}}. \quad (11)$$

Ординаты амплитудно-частотной характеристики бортовой качки, подсчитанные по соотношению (11), намного меньше ординат, которые получаются по формуле (9), в частности, исчезает резонансный пик, рис. 2. Поэтому вынужденные колебания при $\theta_{C \max} < \theta < \theta_3$ никакой опасности для корабля не представляют.

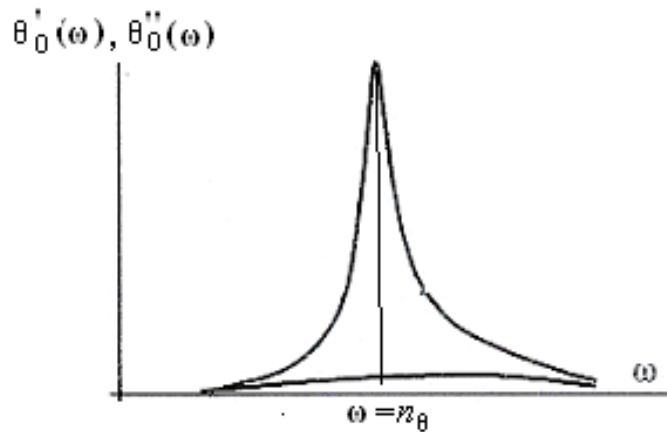


Рис. 2. Амплитуды бортовой качки на регулярном волнении, частота которого есть ω , в диапазоне углов крена $0 < \theta < \theta_{C \max}$ (величины $\theta_0'(\omega)$, верхняя кривая) и в диапазоне углов крена $\theta_{C \max} < \theta < \theta_3$ (величины $\theta_0''(\omega)$, нижняя кривая), [3]

Рассмотрим далее энергетические соотношения вынужденной качки. Эти соотношения в общем аналогичны изложенным выше для свободных колебаний первого рода, но есть и важное отличие. В этом случае обусловленные демпфированием потери энергии полностью компенсируются за счёт волнового возмущения. Поэтому при установившейся вынужденной качке на регулярном волнении имеем $\frac{dE_t}{dt} = 0$,

$E_t \neq E_t(t)$, и вынужденные колебания - в отличие от свободных колебаний - не затухают. Соответствующая физическая модель известна в литературе под названием «шарик в потенциальной яме». Те же результаты можно получить и иным путём, рассматривая устойчивость вынужденных бортовых колебаний одним из известных способов. Подчеркнём, однако, что речь идёт об устойчивости именно и только вынужденных колебаний, а не свободных колебаний второго рода.

Рассмотрим теперь случай нерегулярного волнения. При неслучайном состоянии нагрузки полный запас потенциальной энергии корабля будет неслучайным. Если волновые ординаты распределены нормально, то кинетическая энергия вынужденных колебаний K_0'' будет случайной величиной, которая может быть подчинена либо экспоненциальному распределению, либо χ^2 -распределению, [5]. В этом случае параметром распределения служит средняя кинетическая энергия $\bar{K} = \frac{J_x + \lambda_{\theta}}{2} D_{\dot{\theta}}$, где $D_{\dot{\theta}}$ есть дисперсия угловых скоростей бортовых колебаний. При этом с достаточной степенью точности можно принимать, что $D_{\dot{\theta}} \approx n_{\theta}^2 D_{\theta}$, где D_{θ} - дисперсия бортовой качки, определяемая в виде:

$$D_{\theta} = \frac{1}{g^2} \int_0^{+\infty} \left[\frac{\theta_0(\omega)}{\alpha_{B0}} \right]^2 S_r(\omega) \omega^4 d\omega, \quad (12)$$

где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения, параметр ω приобретает смысл частоты элементарной гармоник нерегулярного волнения, $S_r(\omega)$ – спектральная плотность волновых ординат.

Важно отметить, что амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) бортовой качки $\frac{\theta_0(\omega)}{\alpha_{B0}}$, входящая в формулу (12), определяется по соотношению (9), которое отвечает частному решению исходного уравнения (6) при $\theta_p = 0$ (уравнение (8)) и относится к вынужденным колебаниям. Однако в соотношении (12) неявно учитывается и влияние свободных бортовых колебаний первого рода, возникающих из-за постоянного изменения начальных условий из-за нерегулярности волнения, [1]. Свободные колебания второго рода, связанные с изменением начальных условий при превышении ординатой бортовой качки угла максимума диаграммы статической остойчивости, в соотношении (12) не учитываются.

Выводы. 1. На нерегулярном волнении событие, состоящее в том, что, во-первых, амплитуда бортовой качки превысила угол максимума диаграммы статической остойчивости, и, во-вторых – событие, состоящее в том, что в формуле (5) $C_1 > 0$ – это условие потери устойчивости свободными колебаниями второго рода – могут рассматриваться как независимые случайные события. Произведение вероятностей этих событий представляет собой вероятность опрокидывания из-за потери устойчивости свободных бортовых колебаний второго рода $P_O = P_{O1}$, [3].

2. Кроме того, на нерегулярном волнении, полагая, что для кинетической энергии совершающего бортовую качку корабля справедливо χ^2 – распределение, а ординаты бортовой качки распределены нормально, из условия равенства кинетической и потенциальной энергий совершающего бортовую качку корабля можно найти вероятность опрокидывания корабля $P_O = P_{O2}$, $P_{O2} = P_{O2}(D_\theta)$, [2].

3. При определении вероятности $P_{O2} = P_{O2}(D_\theta)$ неявно учитываются только свободные бортовые колебания первого рода, возникновение которых связано с нерегулярностью волнения. Свободные колебания второго рода, которые появляются как на регулярном, так и на нерегулярном волнении в силу изменения начальных условий при пересечении уровня $\theta = \theta_{C \max}$, в данном случае во внимание не принимаются вообще. Соответственно не учитывается и возможность опрокидывания корабля из-за потери устойчивости этими колебаниями.

4. Из выполненного анализа следует, что случайные события опрокидывания корабля, вероятности которых есть $P_O = P_{O1}$ и $P_O = P_{O2}$, характеризуют различные стороны процесса бортовых колебаний и формально друг с другом не связаны.

Так, если $P_O = [P_O]$ есть некоторая нормативная вероятность опрокидывания и известно, что $P_{O1} < [P_O]$, то соотношение между вероятностями $[P_1]$ и P_{O2} может быть, вообще говоря, любым. Но на практике практически всегда $P_{O1} > P_{O2}$, и, если $P_{O1} < [P_O]$, то и $P_{O2} < [P_O]$, [1].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев О.И. (2020). Свободные бортовые колебания первого и второго рода и выбор схемы расчёта вероятности опрокидывания на разных стадиях проектирования. См. текст доклада в настоящем сборнике.
2. Соломенцев, О.И., Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин (2013) Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, НУК
3. Belenky, V.L., Sevastianov N.B. (2007) Stability and Safety of Ships. Risk of Capsizing. Society of Naval Architects and Marine Engineers. New-York, NY: Editors: R. Bhattacharyya and M.E. McCormic
4. Haddara, M., Cumming D. (1992) Experimental Investigation to the Physics of Roll Damping of a Long Slender Hull Form. International Shipbuilding Progress, 39 (420). 323-343
5. Соломенцев О.И. (2018). О двух постановках задачи определения вероятностей отказов по предельной устойчивости судна, расположенного лагом к ветру и к нерегулярному волнению. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, НУК

Solomyentsev, O.I. About role of free and forced oscillations in ship capsizing. Stability of free roll oscillations and energetic criteria

Abstract. In this work is researched the connection between the probability of capsizing, calculated according to the energetic criteria, and probability of capsizing, connected with stability fail of the second kind free rolling oscillations.

Key words: ship stability; probability of capsizing; energetic criteria; free rolling oscillations

УДК 629.12.011.001.24

СВОБОДНЫЕ БОРТОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОРАБЛЯ ПЕРВОГО И ВТОРОГО РОДА И ВЫБОР СХЕМЫ РАСЧЁТА ВЕРОЯТНОСТИ ОПОКИДЫВАНИЯ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Украина, г. Николаев

solomen@mksat.net

Анотація. Введені поняття вільних бортових коливань судна першого та другого роду. На цій підставі розглянуто існуючі підходи до розрахунку ймовірності перекидання судна і надані рекомендації щодо їхнього застосування в залежності від стадії проектування судна..

Ключові слова: остійність корабля; ймовірність перекидання; початкові умови; вільні бортові коливання

Вступительная часть. На современном этапе известно два основных подхода к расчёту вероятности опрокидывания проектируемого корабля в условиях ветра и волнения (периодических воздействий на судно). Как показал выполненный в одной из наших работ анализ, эти способы восходят к двум случаям динамического неперiodического воздействия шквала на судно. В обоих случаях скорость ветра в порыве практически мгновенно увеличивается от нуля до максимального значения. Однако в первом случае эта скорость остаётся постоянной в течение промежутка времени, существенно превышающего период собственных бортовых колебаний судна. Детерминированная трактовка этой ситуации отвечает т.н. критерию погоды, который до сих пор применяется при нормировании остойчивости. Во втором случае эта скорость скачком снижается до 0. При этом она сохраняет постоянное значение в течение малого промежутка времени, значительно меньшего периода собственных бортовых колебаний корабля, [1], рис. 1.

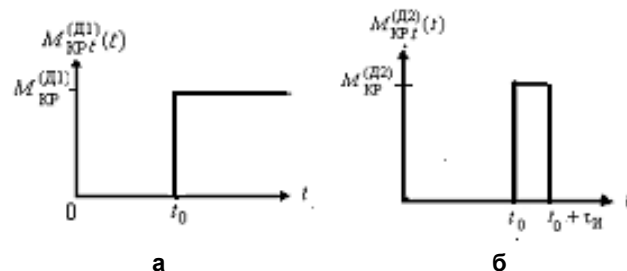


Рис. 1. Динамическое воздействие ветра на корабль, [1]:

а - быстрое нарастание динамического кренящего момента $M_{KPt}^{(D1)} = M_{KPt}^{(D1)}(t)$ от 0 до некоторого не зависящего от времени значения; б - импульсное воздействие ветра

В фундаментальном исследовании по современной теории остойчивости [2] описаны оба подхода к расчёту вероятности опрокидывания. Но при этом остаётся открытым вопрос, какой именно способ расчёта вероятности опрокидывания должен применяться в том или ином случае. Неясно также, какой способ должен быть положен в основу технико-экономического обоснования норм остойчивости, [3]. При поиске ответов на эти вопросы оказалось необходимым выявить условия возникновения и значение для безопасности судна свободных бортовых колебаний на нерегулярном волнении, [4-8]. Это обстоятельство отразилось и в названии данной работы.

Цель работы. Целью данной работы является обоснование способов расчёта вероятности опрокидывания судна на разных стадиях проектирования.

Основная часть работы. Линейная по демпфирующему моменту и по восстанавливающему моменту бортовая качка корабля на регулярном волнении с частотой ω и с амплитудой r_0 с достаточной для практических целей точностью может быть описана изолированным линейным дифференциальным уравнением вида

$$\ddot{\theta} + 2\mu_{\theta}n_{\theta}\dot{\theta} + n_{\theta}^2\theta = \kappa_{\Sigma}(\omega)n_{\theta}^2\alpha_B(r_0, \omega, t),$$

где θ , $\dot{\theta}$, $\ddot{\theta}$ - ординаты наклонений при бортовой качке, угловых скоростей и угловых ускорений;

μ_{θ} - безразмерный коэффициент линейного демпфирования, при этом из очевидных энергетических соображений всегда $\mu_{\theta} > 0$;

n_{θ} - частота собственных бортовых колебаний, при устойчивом колебательном процессе $n_{\theta}^2 > 0$;

$\kappa_{\Sigma}(\omega)$ - поправочный коэффициент к возмущающему моменту при бортовой качке;

$\alpha_B(r_0, \omega, t)$ - ордината угла волнового склона (волновое возмущение) как функция времени t , а также характеристик регулярного волнения r_0 и ω .

На регулярном волнении имеем $\alpha_B(r_0, \omega, t) = \alpha_{B0}(r_0, \omega) \sin \omega \cdot t$, где $\alpha_{B0} = \frac{\omega^2}{g} r_0$ - амплитуда угла

волнового склона, а $g = 9,8$ м/с² - ускорение свободного падения. Решение этого уравнения $\theta(t)$ в общем случае, как известно, есть

$$\theta(t) = \theta_o(t) + \theta_q(t),$$

где $\theta_o(t)$ есть общее решение, т.е. решение однородного дифференциального уравнения вида $\ddot{\theta} + 2\mu_{\theta}n_{\theta}\dot{\theta} + n_{\theta}^2\theta = 0$, а $\theta_q(t)$ есть частное решение, отвечающее конкретной правой части уравнения бортовой качки.

Как известно, $\theta_o(t) = (C_1 \cos \omega \cdot t + C_2 \sin \omega \cdot t) \exp(-\mu_{\theta}n_{\theta}t)$, $\theta_q(t) = \theta_0 \sin(\omega \cdot t - \delta_{\theta})$ и

$\frac{\theta_0}{\alpha_{B0}} = \frac{\theta_0(\omega)}{\alpha_{B0}} = \frac{\kappa_{\theta}(\omega)n_{\theta}^2}{\sqrt{(n_{\theta}^2 - \omega^2)^2 + 4\mu_{\theta}^2n_{\theta}^2\omega^2}}$, где C_1, C_2 - постоянные интегрирования однородного дифференциального уравнения, зависящие от начальных условий и определяющие амплитуду и фазу собственных колебаний, а $\theta_0, \delta_{\theta}$ - амплитуда и фаза вынужденных колебаний.

Пусть время $t \rightarrow \infty$. Тогда из приведенных выше соотношений с учётом того, что $\mu_{\theta}, n_{\theta} > 0$ следует, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \theta_o(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} [\theta_o(t) + \theta_q(t)] = \theta_q(t).$$

Физический смысл этих соотношений таков. Как при свободных колебаниях $\theta_o(t)$, так и при вынужденных колебаниях $\theta_q(t)$ имеет место рассеивание (диссипации) энергии. Интенсивность рассеивания определяется коэффициентом демпфирования $\mu_{\theta} > 0$. Для свободных колебаний, которые на регулярном волнении связаны с однократным воздействием на колебательную систему (интенсивность этого воздействия определяется величинами C_1 и C_2), это рассеивание в процессе качки ничем не компенсируется. Математически это отражается множителем $\exp(-\mu_{\theta}n_{\theta}t)$ в формуле для $\theta_o(t)$, и, поскольку при $\mu_{\theta}, n_{\theta} > 0 \lim_{t \rightarrow \infty} \exp(-\mu_{\theta}n_{\theta}t) = 0$, приходим к тому,

что $\lim_{t \rightarrow \infty} [\theta_o(t) + \theta_y(t)] = \theta_y(t)$. Получается, что свободные колебания быстро затухают, и далее качка совершается в режиме одних только вынужденных колебаний

Однако для нерегулярного же волнения, как было установлено ещё в первой половине прошлого века, картина существенно иная. Из-за нерегулярности волнения, когда высота и длина каждой последующей волны отличается от аналогичных характеристик предыдущей волны, происходит постоянное повторное задание начальных условий. В силу этого обстоятельства свободные колебания постоянно возбуждаются вновь, не обнаруживая тенденции к затуханию, а их амплитуды в отдельные моменты значительно превышают амплитуды вынужденных колебаний, [6]. При этом в дорезонансном и в резонансном частотных диапазонах суммарные амплитуды собственных и вынужденных колебаний могут значительно превышать амплитуды одних только вынужденных колебаний. В ближней окрестности резонансной частоты картина иная. Арифметическая сумма амплитуд собственных и вынужденных колебаний и в этом случае намного больше амплитуды одних только вынужденных колебаний. Но суммирование производится с учётом фазовых соотношений, которые вблизи резонанса более благоприятны, чем вдали от него. В результате суммарная амплитуда собственных и вынужденных колебаний в окрестности резонанса примерно такая же или даже несколько меньше, чем амплитуда одних только вынужденных колебаний, рис. 2, [6,7]. Получается, что подводимая к кораблю энергия волнения на нерегулярном волнении затрачивается как на поддержание вынужденных колебаний, так и на возбуждение и поддержание свободных колебаний.

При этом рассчитать амплитуды суммарных колебаний можно только для одной конкретной реализации нерегулярного волнения. Идея способа, позволяющий сделать какие-то общие заключения относительно интенсивности нерегулярной качки в зависимости от характеристик нерегулярного волнения, была предложена в 1935 г. Г.Е. Павленко, [5]. Он предложил ввести в рассмотрение суммарное волновое возмущение, ведущее к возникновению как вынужденных, так и свободных нерегулярных колебаний. В этом случае ситуация сводится к уже рассмотренной выше для регулярного волнения: начальные условия считаются задаваемыми один раз и свободные колебания считаются быстро затухнувшими, а в зависимости от характеристик корабля определяются одни только вынужденные колебания. В современных методах расчёта нерегулярной качки, начиная с фундаментального исследования [9], применяется именно такое допущение, [7]. Дополнительно, в соответствии с современными представлениями, явный учёт свободных колебаний необходим в ситуации, когда судно на нерегулярном волнении резко меняет скорость или курс, [10]. В этой связи отметим также, что при сопоставлении результатов расчётов нерегулярной качки на основе указанного только что допущения с данными натурных экспериментов, были получены следующие результаты, [11]. Сходимость результатов расчёта и эксперимента по бортовой качке оказалась хотя и приемлемой, но всё же несколько хуже, чем по продольной качке. Одно из возможных объяснений может состоять в том, что погрешность, связанная с неполным и приближённым учётом свободных колебаний, при бортовой качке выше, чем при продольной качке. А это, в свою очередь, связано с тем, что демпфирование при продольной качке выше, чем при бортовой качке, и соответственно роль периодически возникающих свободных колебаний - меньше.

Таким образом, для возбуждения свободных колебаний необходимо появление новых начальных условий, и, если это произошло, то часть подводимой к кораблю энергии морского волнения будет тратиться на возбуждение и поддержание свободных колебаний. Этот вывод, сделанный ещё во второй половине XIX в. известным английским учёным-кораблестроителем Р. Фрудом, является с тех пор общепринятым, [4], с. 135.

В данной работе предлагается рассматривать не один, а два вида свободных колебаний. Они объединены тем, что источник их появления – изменение начальных условий. Однако причины и условия их возникновения, а также последствия для корабля существенно различны. Поэтому мы условимся далее называть эти колебания свободными колебаниями первого и второго рода.

Свободные колебания первого рода - это тот рассмотренный выше вид свободных колебаний, которые быстро затухают на регулярном волнении, не затухают на нерегулярном волнении и влияние которых приближённо учитывается через статистические или спектральные свойства волнового возмущения.

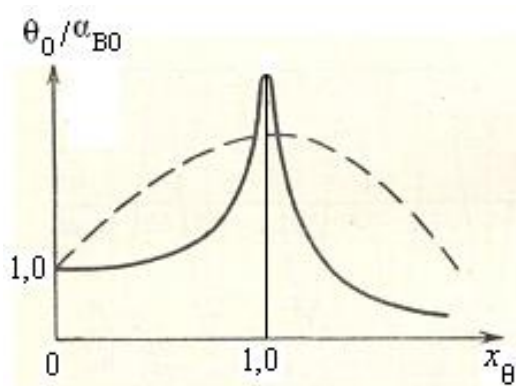


Рис.2. Качественный характер амплитуд бортовой качки на регулярном и на нерегулярном волнении,

$$x_\theta = \frac{\omega}{n_\theta}, [6,7]:$$

— вынужденные колебания;

- - - суммарные вынужденные колебания и свободные колебания первого рода на нерегулярном волнении

Свободные колебания второго рода возникают как на регулярном, так и на нерегулярном волнении, если только амплитуда бортовой качки θ_0 превысит угол максимума диаграммы статической остойчивости

$$\theta_{C \max}. \text{ При этом происходит перемена знака обобщённой метацентрической высоты } h_\theta(\theta) = \frac{\partial l_\theta(\theta)}{\partial \theta} \text{ с}$$

плюса на минус, что ведёт к формированию новых начальных условий. Возникшие при этом свободные колебания мы условимся далее называть свободными бортовыми колебаниями второго рода. Такие колебания возникают только в тех размахах бортовой качки, амплитуда которых превышает $\theta_{C \max}$, и только в диапазоне углов крена $\theta_{C \max} \leq \theta \leq \theta_0$.

В то же время количество размахов бортовой качки, при которой амплитуда качки превысит угол максимума диаграммы статической остойчивости, и возникают колебания данного типа, не слишком велико по сравнению с общим количеством размахов в течение времени действия стационарного волнового режима. Кроме того, возникают эти колебания в узком диапазоне углов крена. Поэтому влияние этих колебаний на осреднённые по процессу статистические характеристики бортовой качки пренебрежимо мало. Значение этих колебаний в другом: возникнув, они могут утратить устойчивость, и это может привести к опрокидыванию корабля.

Вернёмся теперь к рис. 1. Сведение периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1а-наиболее старый по времени, традиционный и распространённый приём. Он может быть приближённо реализован для регулярных колебаний, когда влияние бортовой качки сводится к некоторому росту промежутка накренения. Этот же подход можно реализовать и для нерегулярных колебаний, когда кинетическая энергия качающегося корабля K рассматривается как случайная величина, и искать на этой основе вероятность опрокидывания, из соотношения между кинетической энергией K и неслучайной при неслучайном состоянии нагрузки потенциальной энергией Π совершающего бортовую качку корабля, [12]

Сведение периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1б, было предложено только в 1979 г. Н.Б. Севастьяновым, [13]. В этом случае последовательно в моменты времени $t_1, t_2, t_3 \dots$ принимаются равными 0 кренящие (возмущающие) воздействия, и их влияние характеризуется только начальными условиями вида $\theta(t_1) - \dot{\theta}(t_1), \theta(t_2) - \dot{\theta}(t_2), \theta(t_3) - \dot{\theta}(t_3), \dots$. Затем изучаются свободные колебания корабля (по нашей классификации, это свободные бортовые колебания второго рода) при $t > t_1, t > t_2, t > t_3 \dots$ под действием одних только инерционно-

демпфирующих и возмущающих сил. Влияние внешних возмущений учитывается путём введения начальных условий $\theta(t_1) - \dot{\theta}(t_1)$, $\theta(t_2) - \dot{\theta}(t_2)$, $\theta(t_3) - \dot{\theta}(t_{31})$, ... Позднее этот подход был усовершенствован путём применения кусочно-линейной аппроксимации диаграммы статической остойчивости, когда диаграмма статической остойчивости аппроксимируется двумя прямыми линиями в диапазонах $0 < \theta < \theta_{C \max}$ и $\theta_{C \max} < \theta < \theta_3$, θ_3 - угол заката диаграммы статической остойчивости, [2,8]. Оказалось, что за углом максимума диаграммы статической остойчивости происходит как бы естественное снятие возмущающей нагрузки, поскольку роль возмущений в этом диапазоне углов крена мало существенна. Анализ этого вопроса содержится в работах [2,8].

Далее, в соответствии с кинематической трактовкой энергетического критерия опрокидывания вида $\Pi \leq K$, когда периодическое ветроволновое возмущение, действующее на корабль, сводится к случаю рис. 1а, условия опрокидывания корабля на волнении представляют собой достижение ординатой бортовых колебаний угла заката диаграммы статической остойчивости (событие 1') и положительность в этот момент угловой скорости бортовой качки (событие 2'). При использовании энергетического критерия на нерегулярном волнении события 1' и 2' можно считать независимыми, если только для ординат бортовых колебаний и угловых скоростей бортовых колебаний сохраняется нормальное распределение. При этом принимаются во внимание одни только вынужденные колебания. Свободные колебания первого рода предполагаются приближённо учтёнными через соответствующий выбор нерегулярного возмущения, а свободные колебания второго рода предполагаются отсутствующими.

Отметим и такое обстоятельство. Пусть $P_\theta(\theta)$ есть вероятность превышения амплитудой бортовой качки угла θ (обеспеченность бортовой качки), а $P_{\theta\dot{\theta}}\left(\dot{\theta} > 0 / \theta = [\theta]\right)$ есть условная вероятность случайного события, состоящего в том, что в момент времени, когда ордината бортовой качки принимает значение, равное $[\theta]$, ордината угловой скорости бортовой качки $\dot{\theta}$ положительна. Тогда вероятность опрокидывания $P_O = P_{O1}$, отвечающая одновременному наступлению событий 1' и 2', и определяемая для кинематической трактовки энергетического критерия в предположении независимости этих событий, найдётся как

$$P_{O1} = P_\theta(\theta_3) P_{\theta\dot{\theta}}\left(\dot{\theta} > 0 / \theta = \theta_3\right).$$

Теперь дадим углу заката θ_3 малое положительное приращение $\delta\theta_3$. Если $\delta\theta_3 \ll \theta_3$, то $P_\theta(\theta_3) \approx P_\theta(\theta_3 + \delta\theta_3)$. А, поскольку $\delta\theta_3 > 0$, то $P_{\theta\dot{\theta}}\left(\dot{\theta} > 0 / \theta = \theta_3\right) = 1$. Поэтому на практике иногда принимается, что

$$P_{O1} \approx P_\theta([\theta_{\max}]),$$

где $[\theta_{\max}]$ есть некоторое расчётное критическое значение крена, в частном случае равное углу заката диаграммы статической остойчивости.

Такой подход может оказаться единственным возможным, если вероятность опрокидывания находится по методу статистического моделирования, [14].

При сведении периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1б кинематическая трактовка условий опрокидывания выглядит так. Для опрокидывания корабля необходимо выполнение следующих условий:

-амплитуда бортовых колебаний превышает максимальную ординату диаграммы статической остойчивости $\theta_{C \max}$ (событие 1'');

-свободные колебания второго рода в диапазоне углов крена $\theta_{C \max} < \theta < \theta_3$ должны неограниченно возрастать, или, иными словами, устойчивость процесса свободных колебаний на указанном участке углов крена должна быть утрачена (событие 2'').

В этом случае выполняется вероятностный анализ нередких (Non-Rare) случайных событий $1''$ и редких (Rare) случайных событий $2''$, [2]. Тогда вероятность опрокидывания $P_O = P_{O2}$ в предположении независимости друг от друга случайных событий $1''$ и $2''$ определится как

$$P_{O2} = P'_{O2} P''_{O2},$$

где P'_{O2} и P''_{O2} есть вероятности случайных событий $1''$ и $2''$ соответственно.

Если на корабль действует одно только нерегулярное волнение, ординаты которого распределены центрировано и нормально, а дисперсия бортовой качки равна D_θ , то $P'_{O2} = \exp\left(-\frac{\theta_{C\max}^2}{2D_\theta}\right)$. А

нахождение вероятности P''_{O2} представляет собой достаточно сложную вероятностную задачу, [2,8].

Для выяснения вопроса о том, каким образом события $1'$ и $2'$, с одной стороны, и события $1''$ и $2''$, с другой стороны, сочетаются между собой, необходимо выполнение специального анализа, который и сделан в работе [15]. В указанной работе показано, что группа событий $1'$ и $2'$ и группа событий $1''$ и $2''$ отражают различные стороны колебательного процесса и полностью независимы друг от друга. Тогда в общем случае вероятность опрокидывания $P_O = \max(P_{O1}, P_{O2})$.

Таким образом, если амплитуда бортовых колебаний корабля в том или ином размахе не превышает угла максимума диаграммы статической остойчивости, то корабль в этом размахе не опрокинется. Если амплитуда бортовых колебаний корабля в том или ином размахе больше угла максимума диаграммы статической остойчивости, но меньше угла заката, то корабль не опрокинется при условии сохранения устойчивости свободных бортовых колебаний второго рода и опрокинется в противном случае. Наконец, если амплитуда бортовых колебаний в том или ином размахе превысит угол заката диаграммы статической остойчивости, то корабль гарантированно опрокинется в силу нарушения энергетических соотношений: его кинетическая энергия при бортовой качке превысит запас потенциальной энергии. Отметим также, что если свободные бортовые колебания второго рода находятся на границе потери устойчивости, то корабль может совершать непериодические хаотические бортовые наклонения, [2]. Этот вопрос рассмотрен более подробно в работе [16].

Далее следует учесть, что практически все существующие нормативы остойчивости основаны на сведениях периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к первому случаю из числа случаев, рассмотренных во вступительной части. Это показывает, что основным критерием, по которому должна подсчитываться вероятность опрокидывания, является всё же энергетический критерий. К такому результату приводит сопоставительный анализ результатов расчётов, выполненных на основе сведения периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1а, [12], и расчётов, выполненных на основе сведения периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис.1б, [17]. Такой же подход принят и в распространённом на надводные корабли втором поколении (Second Generation) норм остойчивости, [18]. Технично-экономическое обоснование норм остойчивости, по аналогии с технико-экономическим обоснованием норм предельной пластической прочности корабля, [3], также целесообразно производить на основе энергетического критерия.

Выводы. 1. Предварительная оценка вероятности опрокидывания может быть выполнена на основе сведения периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1а, а собственно событие опрокидывания связано с тем, что произошли случайные события $1'$ и $2'$.

2. Уточнение вероятности опрокидывания на основе сведения периодического ветроволнового возмущения, действующего на корабль, к случаю рис. 1б, в предположении, что произошли случайные события $1''$ и $2''$, может быть выполнено на последующих стадиях проектирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев, О.И. (2016) Классификация способов расчёта вероятности опрокидывания судна в условиях ветра и волнения Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, НУК
2. Belenky, V.L. , Sevastianov N.B. (2007) Stability and Safety of Ships. Risk of Capsizing. Society of Naval Architects and Marine Engineers. New-York, NY: Editors: R. Bhattacharyya and M.E. McCormick

3. Соломенцев, О.И. (2012) Постановка задачи технико-экономического обоснования норм остойчивости судов. Материалы III Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Миколаїв, НУК
4. Крылов, А.Н. (1951) Фрудовская теория боковой качки корабля на волнении. Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Том XI (с. 135-149). Москва-Ленинград, М.-Л.: Издательство Академии Наук СССР
5. Павленко, Г.Е. (1935) Качка судов. М.-Л.: Гострансиздат .
6. Благовещенский, С.Н. (1954) Качка корабля. Л.: Судпромгиз
7. Семёнов-Тян-Шанский, В.В., Благовещенский, С.Н., Холодилин А.Н. (1969) Качка корабля. Л.: Судостроение
8. Belenky, V.L. (1993) A Capsizing Probability Computation Method. *Journal of Ship Research*, 37(3), 200-207
9. Saint-Denis M., Pierson, W. (1953). On the Motion of Ships in Confused Seas. *Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers*, (61), p.281-357
10. Бородай, И.К., Мореншильдт, В.А., Виленский Г.В., Дубицкий, В.М., Смирнов, Б.Н.. (1989) Прикладные задачи динамики судов на волнении. Л.: Судостроение
11. Нецветаев, Ю.А. (1988) Исследование корреляции между прогнозируемой оценкой качки судов и данными натурных испытаний *Судостроительная промышленность. - Серия "Проектирование судов" - Л.: ЦНИИ "Румб"*, 9, 14-24
12. Соломенцев, О.И., Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин (2013) Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, НУК.
13. Севастьянов Н.Б., Фам Нгок Хое (1979) О границе области устойчивого и неустойчивого свободного движения судна при одновременном крене и дрейфе. *Труды КТИРП и Х.* – Калининград, 81, 3-11
14. McTaggart, K., De Kat J.O. (2000). A Risk of Capsizing of Intact Frigates in Irregular Seas. *Transactions of the Society of Naval Architect and Marine Engineers*, 108, 24 p..
15. Соломенцев О.И. (2020). О роли свободных и вынужденных колебаний в опрокидывании корабля. Устойчивость бортовых колебаний и энергетический критерий. См. текст доклада в настоящем сборнике
16. Соломенцев О.И. (2020). О роли свободных и вынужденных колебаний в опрокидывании корабля. Метод В.К. Мельникова и энергетический критерий. См. текст доклада в настоящем сборнике
17. Paroka, D., Ohkura Y., Umeda N. (2006). Analytical Prediction of Capsizing Probability of a Ship in a beam Wind and Waves. *Journal of Ship Research*, 50(2), 187-195
18. Petacco, N. (2019) Second Generation Intact Ship Stability Criteria: Analysis, Implementation and Applications to Significant Ship Topologies. Doctoral Thesis. University of Genova.- Genova.

Solomyentsev, O.I. Free ship rolling of the first and of the second kind and finding of the method of the capsize probability calculations on the different stages of design

Abstract. Is proposed dividing of the ship rolling free oscillations to the first kind and the second kind. Then, ship capsizing calculation methods are researched from the point of view of their using on the different stages of ship design.

Key words: ship stability; probability of capsizing; initial conditions; free rolling oscillations

Соломенцев, О.И. Вільні бортові коливання корабля першого та другого роду та вибір схеми розрахунку ймовірності перекидання на різних стадіях проектування

Аннотация Введены понятия свободных бортовых колебаний корабля первого и второго рода. На этой основе рассмотрены существующие подходы к расчёту вероятности опрокидывания судна и даны рекомендации в части их применения на различных стадиях проектирования

Ключевые слова: остойчивость корабля; вероятность опрокидывания; начальные условия; свободные бортовые колебания

УДК 629.12.011.001.24

О РОЛИ СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ В ОПРОКИДЫВАНИИ КОРАБЛЯ. МЕТОД В.К. МЕЛЬНИКОВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Украина, г. Николаев

solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуте співвідношення між енергетичним критерієм перекидання корабля та критерієм, що розроблено на підставі теорії ерозії безпечного русла та методу В.К. Мельникова. Показано, що критерій, заснований на теорії ерозії безпечного русла, фактично стосується не перекидання, а переходу корабля від періодичних коливань до хаотичних коливань і є суттєво м'якшим за енергетичний критерій перекидання

Ключові слова: вільні бортові коливання, вимушені бортові коливання, безпечне русло, ерозія русла, метод В.К. Мельникова

Вступительная часть. Предлагаемая работа является продолжением исследований [1,2], когда сопоставлялась роль свободных и вынужденных бортовых колебаний в опрокидывании корабля. Ранее были введены понятия свободных бортовых колебаний первого и второго рода [1], а также сопоставлены такие критерии опрокидывания, как потеря устойчивости бортовых колебаний и энергетический критерий, [2]. В данной работе будет рассмотрено соотношение между энергетическим критерием опрокидывания и тем критерием опрокидывания, который формируется на основе теории катастроф и метода В.К. Мельникова, [3].

Цель работы. Целью данной работы является анализ соотношения между энергетическим критерием опрокидывания корабля и тем критерием опрокидывания, который получается на основе метода В.К. Мельникова.

Основная часть работы. В теории катастроф вводятся понятия безопасного русла (Safe Basin), и границы эрозии русла (Basin Erosion). Безопасное русло есть область на фазовой плоскости, где опрокидывание невозможно. За границей эрозии русла начинается область бифуркаций, когда бортовые колебания перестают быть периодическими и принимают хаотический характер. В этом случае небольшие изменения внешних воздействий могут привести к опрокидыванию. В то же время, если таких изменений не будет, то не будет и опрокидывания.

На практике рассматривается относительная площадь безопасного русла $A_0(x)$. Величина $A_0(x)$ отнесена к той же площади при отсутствии волнового воздействия на корабль, так что $A_0(0) = 1$. Эта величина отвечает той или иной интенсивности волнового воздействия на корабль, а параметр x характеризует тем или иным способом степень волнового воздействия на корабль. Практически площади безопасного русла определяются при помощи численного интегрирования нелинейного уравнения бортовой качки при тех или иных начальных условиях с течением времени. Обычно используется метод Рунге-Кутты, детали процесса интегрирования содержатся, например, в работах [4,5].

Для определения безопасного русла и границ его эрозии в современной теории устойчивости наряду с численным интегрированием нелинейного уравнения бортовой качки применяются и более простые аналитические методы. Один из этих методов основан на работе, опубликованной в 1963 г. советским математиком В.К. Мельниковым, [3]. К задаче о динамической устойчивости корабля метод В.К. Мельникова впервые был применён в начале 1990-х г.г. Дж. Томпсоном и Дж. Фальцарано, [6], и затем этот метод нашёл широкое применение в ряде иных работ.

Рассматривая метод В.К. Мельникова, введём далее двухкомпонентные вектор - столбцы

$$\bar{f}, \{\bar{f}^{(T)}\} = f_1, f_2; \bar{g}, \{\bar{g}^{(T)}\} = g_1, g_2.$$

Здесь оператор $\{\bar{A}\} = \langle \text{список компонент} \rangle$ есть оператор раскрытия вектора $\bar{A}$. Верхний индекс «Т» есть символ транспонирования (в данном случае - преобразования вектор - столбца в вектор-строку). Далее рассмотрим дифференциальное уравнение в векторной форме следующего вида:

$$\dot{\bar{X}} = \bar{f}(\bar{X}) + \varepsilon \bar{g}(\bar{X}), \quad (1)$$

где $\bar{X}$ есть двухкомпонентный вектор, от которого зависят компоненты вектор - столбцов $\bar{f}$ и $\bar{g}$.

Для рассматриваемой задачи $\{X\} = \theta, \dot{\theta}$. Символ « ε » здесь означает, что компоненты вектора $\bar{g}(\bar{X})$ численно существенно меньше, чем компоненты векторов $\bar{f}(\bar{X})$ и $\dot{\bar{X}}$. А при $\varepsilon \bar{g}(\bar{X}) = 0$ получаем соотношение

$$\dot{\bar{X}} = \bar{f}(\bar{X}). \quad (2)$$

Смысл соотношений (1)-(2) применительно к бортовой качке следующий. Изолированное дифференциальное уравнение свободных недемпфированных бортовых колебаний содержит в левой части ординаты инерционного и восстанавливающего моментов, которые в различные моменты времени принимают максимальные (амплитудные) значения. Правая же часть такого уравнения равна 0. При переходе от такого уравнения к уравнению вынужденных демпфированных колебаний мы в левую часть добавляем ординаты демпфирующего момента, а в правую часть - ординаты возмущающего момента. Эти ординаты в соответствующие моменты времени также проходят через амплитудные значения. Соответствующие расчётные оценки показывают, что амплитуды добавленного демпфирующего и возмущающего момента значительно меньше по величине, чем амплитуды инерционного и возмущающего момента.

Обозначим далее $\bar{f} \wedge \bar{g} = f_1 g_2 - f_2 g_1$. Эта разновидность скалярного преобразования двух векторов носит название преобразования Пуассона, а символ « $\wedge$ » носит название символа Пуассона.

Для того, чтобы конкретизировать зависимости $\bar{f}(\bar{X})$ и $\varepsilon \bar{g}(\bar{X})$, мы далее примем за основу нелинейное по демпфирующему и по восстанавливающему моментам изолированное уравнение бортовых колебаний судна на регулярном волнении с высотой волны h и с частотой ω такого вида

$$(J_X + \lambda_\theta) \ddot{\theta} + 2N_\theta \dot{\theta} + W_\theta \theta |\dot{\theta}| + Dh_0 \theta (1 - \beta_\theta \theta^2) = \kappa_{\theta\theta}(\omega) \frac{\omega^2}{2g} h D h_0 \sin \omega \cdot t, \quad (3)$$

где $\theta, \dot{\theta}, \ddot{\theta}$ - ординаты угла, угловой скорости и углового ускорения при бортовой качке;

J_X, λ_θ - собственный и присоединённый моменты инерции масс корабля;

N_θ, W_θ - коэффициенты, отвечающие линейной и квадратичной составляющим коэффициента демпфирования;

$\kappa_{\theta\theta}(\omega)$ - полный поправочный коэффициент к главной части возмущающего момента при бортовой качке;

D, h_0 - весовое водоизмещение и начальная поперечная метacentрическая высота;

β_θ - параметр аппроксимации диаграммы статической остойчивости;

t - время.

Далее ограничимся случаем, когда $h_0 > 0$ и соответственно $\beta_\theta > 0$. Преобразуем соотношение (3),

введя безразмерное время $\tau = n_\theta t$ и выполним замену переменной в форме $x = \theta, \dot{x} = \frac{dx}{d\tau} = \frac{\dot{\theta}}{n_\theta}$ и

$\ddot{x} = \frac{d^2 x}{d\tau^2} = \frac{\ddot{\theta}}{n_\theta^2}$. Тогда, разделив все члены соотношения (3) на коэффициент при старшей производной,

можно привести его к виду:

$$\ddot{x} + 2\varepsilon \mu_\theta \dot{x} + \varepsilon w_\theta \dot{x} | \dot{x} | + x - \beta_\theta x^3 = \varepsilon f_\theta \sin \Omega \tau; \quad (4)$$

$$\mu_\theta = \frac{N_\theta}{(J_X + \lambda_\theta) n_\theta}; w_\theta = \frac{W_\theta}{(J_X + \lambda_\theta)}; \Omega = \frac{\omega}{n_\theta}; f_\theta = \frac{h}{2} \kappa_{\theta\theta}(\omega) \frac{\omega^2}{g}.$$

Для уравнения (4) имеем следующие значения компонент f_1 и f_2 вектора $\bar{f}$, а также компонент g_1 и g_2 вектора $\bar{g}$:

$$f_1 = \theta, \quad f_2 = \theta - \beta_\theta \theta^3, \quad g_1 = 0, \quad g_2 = -2\mu_\theta \dot{\theta} - w_\theta \dot{\theta} |\dot{\theta}| + f_\theta \sin \Omega \tau.$$

Для обеспечения безопасности плавания корабля необходимо, чтобы фактическая его фазовая траектория не совпадала бы с сепаратрисой, а находилась бы на некотором расстоянии Δ от неё. Можно показать, что с точностью до бесконечно малых высшего порядка расстояние $\Delta = \Delta(t)$ может быть найдено как, [6,7]:

$$\Delta \approx \frac{M(\tau_0)}{|\bar{f}|}, \quad |\bar{f}| = \sqrt{f_1^2 + f_2^2},$$

где $|\bar{f}|$ - модуль вектора $\bar{f}$, а $M(\tau_0)$ - некоторая специальная функция, которая носит название функции

В.К. Мельникова, зависящая от начальной фазы τ_0 , $0 < \tau_0 < \frac{2\pi}{\Omega}$.

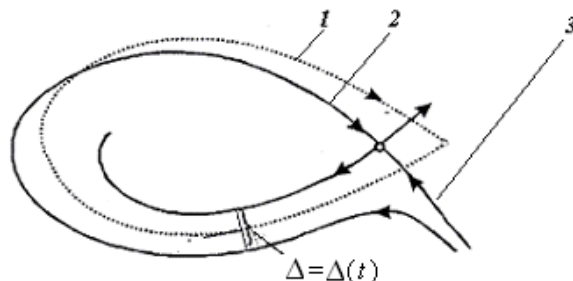


Рис. 1. Геометрический смысл функции В.К. Мельникова, [7]:

1-фазовая траектория, отвечающая свободным колебаниям;

2-устойчивая фазовая траектория;

3-неустойчивая «убегающая» фазовая траектория

На рис. 1 на фазовой плоскости в координатах $X - \dot{X}$ пунктиром показана сепаратриса, отвечающая свободным колебаниям, когда демпфирование и возмущение отсутствуют. Далее сплошными линиями для случая наличия возмущения и демпфирования показаны две фазовые траектории, отстоящие друг от друга на малое расстояние Δ . Одна из этих фазовых траекторий, лежащая внутри сепаратрисы, устойчива, а другая, отстоящая от неё на расстояние Δ - неустойчивая («убегающая»). Соответственно функция В.К. Мельникова определится как $M(\tau_0) = \Delta |\bar{f}|$. Функция В.К. Мельникова $M(\tau_0)$ может быть записана в виде:

$$M(\tau_0) = \int_{-\infty}^{+\infty} \bar{f}[\bar{q}_0(\tau)] \wedge \bar{g}[\bar{q}_0(\tau), \tau + \tau_0] d\tau; \quad (5)$$

$$x_0(\tau) = \pm \frac{1}{\sqrt{\beta_\theta}} \tanh\left(\frac{\tau}{\sqrt{2}}\right); \quad y_0(\tau) = \pm \frac{1}{\sqrt{2\beta_\theta} \cosh^2\left(\frac{\tau}{\sqrt{2}}\right)}.$$

В формуле (5) вектор $\bar{f}$ характеризует невозмущённую функцию (в нашем случае это инерционные и восстанавливающие моменты), вектор $\bar{g}$ - возмущение, предполагаемое малым (здесь это демпфирующие и возмущающие моменты), а $\bar{q}(\tau)$, $\{q_0^{(T)}\} = x_0(\tau)$, $y_0(\tau)$ есть уравнение сепаратрисы в векторной форме. А конкретно для уравнения вынужденной бортовой качки (4) функция В.К. Мельникова может быть преобразована к виду, [6]:

$$M(\tau_0) = \frac{f_\theta \Omega \cos(\Omega \tau_0)}{\sinh\left(\frac{\pi \Omega}{\sqrt{2}}\right)} \sqrt{\frac{2}{\beta_\theta}} + \frac{4\sqrt{2}}{3} \frac{\mu_\theta}{\beta_\theta} + \frac{8}{15} \cdot \frac{w_\theta}{\beta_\theta^{3/2}}. \quad (6)$$

Представлению функции Мельникова в виде (6) отвечает критическая амплитуда возмущающего момента $f_\theta^{(KP)}$, такая, что, если в (4) имеем $f_\theta > f_\theta^{(KP)}$, то возникнут хаотические колебания. Условия, отвечающие критической амплитуде, имеют вид, [6]:

$$M_+(\tau_0) = 0; \quad \frac{dM_+(f_\theta, \tau_0)}{d\tau_0} \Big|_{f_\theta = f_\theta^{(KP)}} \neq 0. \quad (7)$$

Тогда фактическая фазовая траектория корабля совпадает с сепаратрисой, и ситуация оказывается опасной в отношении опрокидывания. Подставив (6) в (7) и выполнив необходимые преобразования, находим, [6]:

$$f_\theta^{(KP)} = \frac{1}{\pi \Omega} \left(\frac{2\mu_\theta \theta_3}{3} + \frac{4\sqrt{2} w_\theta \theta_3^2}{15} \right) \sinh \frac{\pi \Omega}{\sqrt{2}}. \quad (8)$$

Вероятность P_X случайного события, состоящего в том, что на нерегулярном волнении, когда высоты и длины волн независимы и подчинены закону Рэлея, имеем $f_\theta = f_\theta^{(KP)}$, определится с учётом формулы (8) в виде, [8], рис. 2:

$$P_X = \frac{\pi}{2\bar{\lambda}^2} \int_0^\infty \exp \left\{ -\frac{\pi}{4} \left[\left(\frac{h_\lambda(\lambda)}{\bar{h}} \right)^2 + \left(\frac{\lambda}{\bar{\lambda}} \right)^2 \right] \right\} \lambda d\lambda; \quad (9)$$

$$h_\lambda(\lambda) = \frac{2gn_\theta}{\pi \kappa_{\theta\omega}(\lambda) \left(\frac{2\pi \cdot g}{\lambda} \right)^{3/2}} \left(\frac{2\mu_\theta \theta_3}{3} + \frac{4\sqrt{2} w_\theta \theta_3^2}{15} \right) \sinh \frac{\pi \Omega(\lambda)}{\sqrt{2}},$$

где $\bar{h}$, $\bar{\lambda}$ - средняя высота и средняя длина нерегулярной волны, а в формулы для величин $\kappa_{\theta\omega} = \kappa_{\theta\omega}(\lambda)$ и $\Omega = \Omega(\lambda)$ вместо частоты элементарной гармоник нерегулярного волнения ω подставляется её длина $\lambda = \frac{2\pi g}{\omega^2}$.

При этом в расчёте необходимо предусмотреть равенство 0 физически невозможных значений крутизны волн, при превышении которых волны разрушаются. Зависимости (8)-(9) дадут тем лучшие результаты, чем ближе по степени упорядоченности рассматриваемое нерегулярное волнение к регулярному волнению. А приближённость данного подхода состоит в том, что в этом случае не в полной мере учитывается влияние нерегулярности волнения на динамику изменения безопасного русла. Дело здесь в том, что из-за нерегулярности волнения задаваемый функцией В.К. Мельникова и накладываемый на сепаратрису свободных колебаний баланс работ возмущающего и демпфирующего моментов из-за нерегулярности волнения изменяется от колебания к колебанию. В этом случае сказывается эффект т.н. «динамической памяти» колебательной системы. Для каждой конкретной реализации нерегулярного волнения этот эффект, изменяясь от одного не ведущего к опрокидыванию корабля колебания к следующему такому же колебанию, может привести как к росту, так и к снижению амплитуды последующего колебания по сравнению с амплитудой предыдущего колебания, [9]. В принципе это тот же эффект, что и возбуждение свободных бортовых колебаний первого рода при каждом изменении начальных условий на нерегулярном волнении, эти вопросы рассматривались в работе [1].

По результатам выполненных расчётов получается, что определённая по формуле (9) вероятность появления хаотических бортовых колебаний P_X значительно превышает вероятность опрокидывания P_O , найденную по энергетическому критерию в соответствии с работой [10], рис. 2.

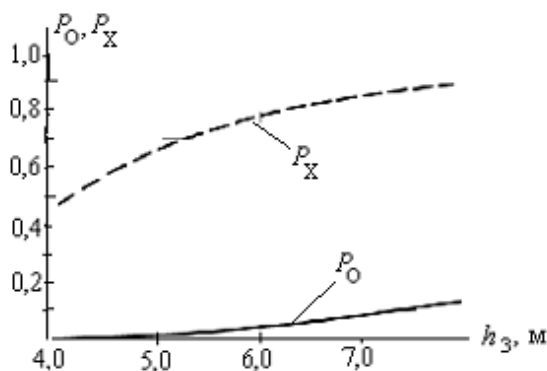


Рис. 2. Расчётные значения вероятности возникновения хаотических колебаний P_X (пунктирная кривая) и вероятности опрокидывания по энергетическому критерию P_O (сплошная кривая) на стационарном волновом режиме в функции высоты волны 3%-обеспеченности, [8]

Продолжим наш анализ на основе работы [11] для более сложной и точной аппроксимации диаграммы статической устойчивости. Исходное уравнение бортовой качки в указанной работе принято в виде:

$$(J_X + \lambda_\theta) \ddot{\theta} + 2N_\theta \dot{\theta} + W_\theta \theta + Dh_0 \theta \left(1 - \frac{\theta^2}{\theta_3} \right) Q_\theta(\theta) = r_0 \bar{F}_\theta \sin \omega \cdot t,$$

где $r_0 = \frac{h}{2}$ - амплитуда регулярной волны, $\bar{F}_\theta = \kappa_{\theta\theta}(\omega) \frac{\omega^2}{g} Dh_0$, а $Q_\theta(\theta)$ - полином, задаваемый в

$$\text{виде } Q_\theta(\theta) = 1 + \sum_{i=1}^I a_i \theta^{2i}.$$

Коэффициенты a_i определяются по фактической диаграмме статической устойчивости методом наименьших квадратов. Как показано в исследовании [11] на основании анализа диаграмм статической устойчивости нескольких французских фрегатов, такая аппроксимация восстанавливающего момента даёт для этих кораблей удовлетворительные результаты при $I = 4$. Далее обозначим

$$x' = \frac{\theta}{\theta_3}, \tau = t \sqrt{\frac{Dh_0}{J_X + \lambda_\theta}}, a_\theta = \frac{\bar{F}_\theta}{Dh_0 \theta_3}, \mu_\theta = \frac{N_\theta}{(J_X + \lambda_\theta) n_\theta}; \tilde{w}_\theta = w_\theta \theta_3 = \frac{W_\theta \theta_3}{J_X + \lambda_\theta}; \Omega = \frac{\omega}{n_\theta},$$

и приходим к соотношению вида

$$\ddot{x}' + 2\mu_\theta \dot{x}' + \tilde{w}_\theta x' + x(1 - x'^2) Q_x(x') = r_0 a_\theta \sin \Omega \tau.$$

В этом соотношении точками сверху обозначается дифференцирование по безразмерному времени, а

$$Q_x(x') = 1 + \sum_{i=1}^I b_i x'^{2i}, \text{ причём } b_i = a_i \theta_3^{2i}.$$

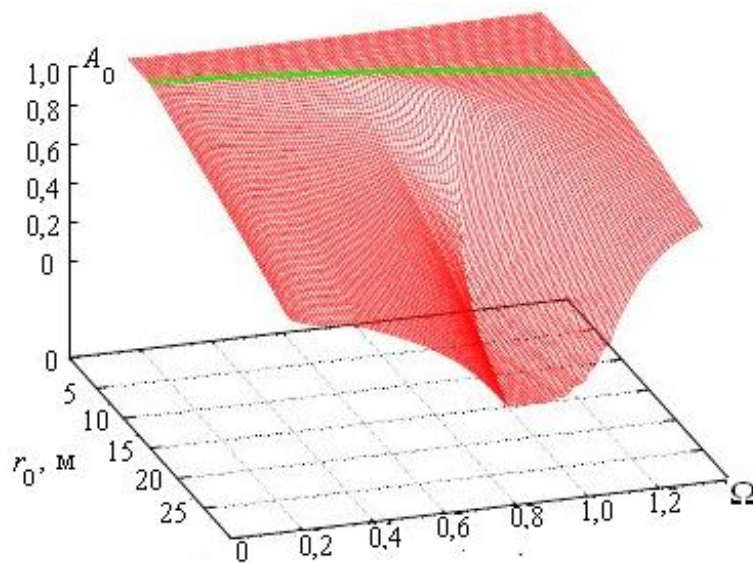


Рис. 3. К определению соотношения между численным и аналитическим определением характеристик остойчивости для фрегата ВМС Франции, [9]:

■ - численно найденная относительная безразмерная площадь безопасного русла;
 — - аналитическая кривая $r_0^{(KP)}(\Omega)$

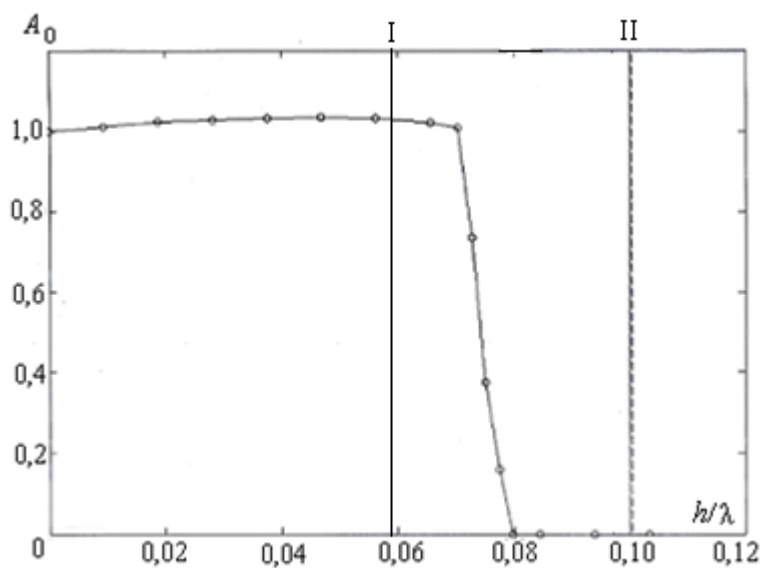


Рис. 4. Расчётная зависимость безразмерной площади безопасного русла от крутизны волны, численно рассчитанная для одного из вариантов американского эсминца DDG-51 "A. Burk", [12]:

I - прямая, отвечающая аналитическому условию $f_\theta \geq f_\theta^{(KP)}$;

II - опрокидывание по данным модельного эксперимента

Тогда критическая амплитуда регулярной волны $r_0^{(KP)}$ отвечающая нулевым значениям функции В.К. Мельникова и ненулевым значениям её производной по времени, определится по формуле из работы [11] вида, рис. 3:

$$r_0^{(KP)} = \frac{2D_1}{S} \frac{U_\theta N_\theta}{\bar{F}_\theta} + \frac{D_2}{S} \frac{U_\theta^2 W_\theta}{\bar{F}_\theta};$$

$$D_1 = \sqrt{8} \int_0^1 \sqrt{\bar{E}_* - \bar{P}_*(x')} dx'; \quad D_2 = 4 \left(\bar{E}_* - \int_0^1 \bar{P}_*(x') dx' \right);$$

$$U_\theta = n_{\theta*} \theta_3; \quad n_{a*} = \sqrt{\frac{Dh_0 b_4}{J_X + \lambda_\theta}}; \quad S = \int_{-\infty}^{+\infty} \dot{x}'(t) \cos(\Omega_* \tau) d\tau; \quad \Omega_* = \frac{\omega}{n_{\theta*}}.$$

Рассмотрим, как соотносятся между собой простые аналитические зависимости для нахождения критического значения внешнего возмущения, и численное определение относительной безразмерной площади безопасного русла. На рис. 4 приведены для фрегата ВМС Франции численно определённые по описанной выше схеме зависимости для относительной безразмерной площади безопасного русла вида $A_0 = A_0(r_0, \Omega)$ и на эти зависимости нанесены подсчитанные по приведенным только что аналитическим зависимостям величины критических по В.К. Мельникову амплитуд регулярных волн $r_0^{(KP)}$ (кривые зелёного цвета). Видно, что аналитическая проверка возможности опрокидывания по В.К. Мельникову отвечает достаточно высоким и близким к единице значениям безразмерной площади безопасного русла, создавая тем самым значительный запас в отношении опрокидывания. Аналогичные результаты содержатся в работе [11] и ещё для двух кораблей ВМС Франции.

В работе [12] приведены результаты расчёта и модельного эксперимента для одного из вариантов американского эсминца DDG-51 "A. Burk". В расчёте численно определялась безразмерная площадь безопасного русла A_0 как функция крутизны регулярной волны $\frac{h}{\lambda}$, а затем в эксперименте с моделью определялась та крутизна, при которой модель опрокидывалась. На рис. 4 показана теоретическая зависимость вида $A_0 = A_0\left(\frac{h}{\lambda}\right)$ и нанесена прямая II, отвечающая опрокидыванию. Видно, что даже

нулевая площадь безопасного русла ещё не означает опрокидывания, которое наступает при более крутых волнах. В работе [12] приведен и ещё ряд аналогичных зависимостей

Дополнительно на рис. 4 с использованием данных рис. 3 ориентировочно нанесена прямая I, которая отвечает аналитическому условию. $f_\theta \geq f_\theta^{(KP)}$. Если же перейти к нерегулярному волнению, то представляется очевидным, что вероятность выброса случайного процесса стационарного морского волнения за уровень I должна быть значительно выше вероятности выброса за уровень II. Этот вывод в качественном отношении подтверждает приведенные на рис. 2 результаты расчётов из работы [8].

Выводы. 1. При замене численного расчёта критической безразмерной площади безопасного русла приближённым аналитическим расчётом по методу В.К. Мельникова получается значительный по величине запас на опрокидывание.

2. По результатам численного расчёта, который сопоставлен с данными эксперимента, исчерпание площади безопасного русла также ещё не означает опрокидывания, хотя запас здесь значительно меньше, чем в предыдущем случае.

3. Результаты теоретического расчёта вероятности опрокидывания по энергетическому критерию и из условия превышения внешним возмущением его критического по В.К. Мельникову значения находятся в хорошем качественном соответствии с данными экспериментов и ряда численных и аналитических расчётов, если только мы отождествляем событие опрокидывания с нарушением энергетического критерия опрокидывания.

4. На основании сказанного, в задачах расчёта и нормирования остойчивости судов следует пользоваться именно энергетическим критерием.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев О.И. (2020). Свободные бортовые колебания первого и второго рода и выбор схемы расчёта вероятности опрокидывания на разных стадиях проектирования. См. текст доклада в настоящем сборнике.
2. Соломенцев О.И. (2020). О роли свободных и вынужденных колебаний в опрокидывании корабля. Устойчивость бортовых колебаний и энергетический критерий. См. текст доклада в настоящем сборнике.
3. Мельников В.К. (1963) Об устойчивости центра при периодических по времени возмущениях. *Труды Московского математического общества*, 12, 1-56

4. Belenky, V.L., Sevastianov N.B. (2007) *Stability and Safety of Ships. Risk of Capsizing*. Society of Naval Architects and Marine Engineers. New-York, NY: Editors: R. Bhattacharyya and M.E. McCormic
5. Ucer, E. (2012) Examination of Transverse Stability of Fishing Vessels by Residual Energy. In: *Sustainable Maritime Transportation and Exploration of Sea Resources*, (p. 151-156) London. Taylor&Francis Group.
6. Falzarano J.M., Shaw S.W., Troesch A.W. (1992) Applications of Global Methods for Analysing Dynamical Systems to Ship Rolling Motion and Capsizing. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2(1), 101-115
7. Spyrou, K. J. (2011) Basis for Development a Rational Alternative to the Weather Criterion: Problems and Capabilities Contemporary Ideas of Ship Stability and Capsizing in Waves.-In: *Fluid Mechanics and its Application* (p. 25-46) Grenoble - Ecole Nationale d'Hydraulique de Grenoble
8. Соломенцев, О.И., Ли Тхань Бин (2014) О целесообразности применения зависимостей, основанных на теории катастроф, в задаче нормирования остойчивости судна / Материалы V Международной научно-технической конференции "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". – Миколаїв, НУК
9. C. Jiang, A.W. Troesch, S.W. Shaw (2000) Capsize Criteria for Ship Models with Memory-Dependent Hydrodynamics and Random Excitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.- Ser. A, 358.- 1761-1791
10. Соломенцев, О.И., Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин (2013) Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, НУК
11. Brodu A., Mauger E., Billard J.-Y., Sclan Y.M. (2013) Comparison of Global Technique and Direct Evaluation of Capsizing Probability of French Frigates. *Proceedings of the 13-th International Ship Stability Workshop*.- Brest, 158-164
12. McCue, L.S., Belknap W., Campbell B. (2006) Reconciling Experimental and Numerical Data: Techniques of Nonlinear Seakeeping. *Marine Systems & Ocean Technology*, 2 (1|2), 55-62
- Solomyentsev, O.I.** About a role of the free and forced oscillations in ship capsizing. Melnikov method and energetic criteria
- Abstract.** In this work is researched the connection between the probability of capsizing, calculated according to the energetic criteria, and probability of capsizing, connected with safe basin erosion criteria. It is showed, that safe basin erosion criteria is connected with chaotic rolling, but not with capsizing.
- Key words:** free roll oscillations; forces roll oscillations; safe basin; basin erosion; Melnikov method
- Соломенцев, О.І.** Про роль вільних та вимушених коливань у перекиданні корабля. Метод В.К. Мельникова та енергетичний критерій
- Аннотация.** Рассмотрено соотношение между энергетическим критерием опрокидывания корабля и критерием, который основан на основе теории эрозии безопасного русла по методу В.К. Мельникова. Показан, что критерий, основанный на теории эрозии безопасного русла, фактически относится не к опрокидыванию, а к переходу корабля от периодических колебаний к хаотическим колебаниям и является значительно более мягким по сравнению с энергетическим критерием опрокидывания.
- Ключевые слова:** свободные бортовые колебания, вынужденные бортовые колебания, безопасное русло, эрозия русла, метод В.К. Мельникова

УДК 629.12.011.001.24

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРИТЕРИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ УСКОРЕНИЙ ОТ КАЧКИ В НОРМАХ
ОСТОЙЧИВОСТИ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ
ДЛЯ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ**

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
Украина, г. Николаев
solomen@mksat.net

Анотация. Розглянуто доцільність розповсюдження на надводні кораблі запропонованих норм другого покоління остійності у частині обмеження поперечних прискорень. Виявлено структуру цього нормативу, показані причини його введення для цивільних суден. Зроблено висновок, що розповсюдження зазначеного нормативу на надводні кораблі не є доцільним.

Ключові слова: бортова хитавиця; поперечні прискорення; друге покоління норм остійності

Вступительная часть. Существующие нормативы остойчивости регламентируют соотношение между действующими на корабль кренящим и опрокидывающим моментами. Кроме того, они могут предъявлять требования к характеристикам диаграммы статической остойчивости. При этом рассматривается положение корабля лагом к ветру и волнению. Наряду с этим Международной морской организацией (International Marine Organization-IMO) для гражданских судов. Ею было разработано т.н. второе поколение (Second Generation) критериев остойчивости. Затем исследовалась целесообразность распространения этих норм и на боевые надводные корабли. Эти вопросы рассмотрены в работах американских [1], итальянских [2,3] и французских [4] специалистов. В то же время нормативы второго поколения имеют исследовательский характер и не являются пока что обязательной частью проектной документации.

В разработке второго поколения критериев остойчивости надводных кораблей можно выделить два этапа. Первый этап, нашедший отражение в работе американских специалистов [1] и выполненный в 2000-х г.г., предусматривал применение критериев, рассчитанных на стационарный ветроволновой режим. А выполненные в 2010-х г.г. исследования [2-4] предусматривают применение полновероятностной схемы, причём в качестве критерия остойчивости принимается вероятность отказа (опрокидывания).

При разработке второго поколения норм остойчивости были учтены следующие расчётные ситуации:

- возможность полной потери остойчивости корабля на вершине попутной волны,
- интенсивная субгармоническая (параметрическая) бортовая качка на попутном волнении,
- возможность захвата корабля попутной волной (Surf-Riding), его разворота лагом к волнам (Broaching) с последующим опрокидыванием;
- положение корабля лагом к ветру и к нерегулярному волнению (прежняя расчётная ситуация);
- поперечные линейные ускорения, связанные с бортовой качкой.

Практическая реализация второго поколения норм остойчивости выполняется следующим образом, [2-4]. Вводится три уровня (Levels) норм. Первый уровень (Level 1) содержит максимально простые зависимости, но соответствующие нормативы содержат и высокие коэффициенты запаса. Зависимости первого уровня представляют собой простейшие требования-ограничения, накладываемые на длину, скорость и на начальную поперечную метацентрическую высоту корабля.

Второй уровень (Level 2) содержит меньшие коэффициенты запаса, но предусматривает уже достаточно подробный расчёт поведения корабля в условиях ветра и волнения как системы с одной степенью свободы (бортовые колебания). Наконец, третий уровень (Level 3) предусматривает изучение поведения корабля в условиях ветра и волнения как твёрдого тела уже с шестью степенями свободы (иными словами, учитывается взаимовлияние всех видов качки). Физическое содержание предъявляемых требований и собственно нормативы на уровне 3 те же, что и на уровне 2. Однако в связи с большей детальностью расчёта появляется принципиальная возможность доказать, что характеристики остойчивости и бортовой качки проектируемого корабля лучше, чем это следовало из более приближённых расчётных оценок на втором уровне, и отвечают имеемым нормативам.

Так, пусть некоторое требование к остойчивости в соответствии со вторым поколением норм имеет на втором уровне вид

$$g_i(\bar{X}) \geq [g_i], \quad \forall i \in I_O,$$

где I_O - общее количество требований, $g_i(\bar{X})$ - функциональная зависимость i -го требования от вектора главных элементов корабля $\bar{X}$, определяемая на основе изолированного уравнения бортовых колебаний и $[g_i]$ - норматив по i -му требованию.

Тогда на третьем уровне норматив по i -му требованию $[g_i]$ остаётся без изменений, но зависимость $g_i(\bar{X})$ определяется уже с учётом влияния на бортовые колебания оставшихся пяти видов качки. Поэтому достаточно описать нормативы $[g_i]$ только для двух уровней- первого и второго.

Если корабль удовлетворяет требованиям, например, уровня 1, то выполнять расчёты для уровней 2 и 3 уже не нужно, соответствующие требования предполагаются заведомо удовлетворёнными и остойчивость корабля считается обеспеченной. Если же требования уровня 1 не удовлетворяются, то следует выполнить расчёты для уровня 2. Если требования уровня 2 удовлетворяются, то выполнять расчёты для уровня 3 нет необходимости, остойчивость корабля считается обеспеченной. Если требования уровня 2 не удовлетворяются, необходимо выполнить расчёты для уровня 3. Если соответствующие требования

удовлетворяются, то остойчивость корабля считается обеспеченной. Если же указанные требования не удовлетворяются, то необходимо ввести ограничения на возможность эксплуатации корабля при тех или иных интенсивностях волнения и ветра и/или при тех или иных состояниях нагрузки, [3].

В то же время распространение на надводные корабли той части норм второго поколения, которая связана с поперечными ускорениями от бортовой качки, является, по мнению автора недостаточно обоснованным и должно стать предметом научной дискуссии. Изложение и обоснование точки зрения автора по этому вопросу и является предметом данного доклада.

Цель работы. Целью данной работы является обсуждение целесообразности включения в нормы остойчивости второго поколения для надводных кораблей - по аналогии с гражданскими судами – требований в части ограничения поперечных ускорений, связанных с бортовой качкой.

Основная часть работы. Нормативы первого уровня в части поперечных ускорений от бортовой качки имеют следующий вид, [2-4]:

- расстояние $z - T$ от ватерлинии до самой верхней точки, где могут находиться члены экипажа, не превышает $0,7$ ширины корабля B ;

- начальная поперечная метацентрическая высота h_0 превышает $0,08$ ширины корабля B ;

- должно быть выполнено условие

$$\sqrt{D_{ay}} = \sqrt{D_{\theta}} k_L(\bar{x}) [g + n_{\theta}^2(z - z_g)] \leq [\sqrt{D_{ay}}]; \quad (1)$$

$$k_L = 1,125 - 0,625\bar{x}_p, \quad \bar{x}_p < 0,2; \quad k_L = 1, \quad 0,2 \leq \bar{x}_p \leq 0,65; \quad k_L = 0,527 + 0,727\bar{x}_p, \quad \bar{x}_p > 0,65,$$

где D_{ay} - дисперсия поперечных линейных ускорений, связанных с бортовой качкой;

D_{θ} - дисперсия ординат бортовой качки;

n_{θ} - частота собственных бортовых колебаний корабля.

Поправка $k_L(\bar{x})$ приближённо учитывает влияние на поперечные ускорения прочих видов качки, а

$$\bar{x} = \frac{x}{L}, \quad x - \text{измеряемое по горизонтали расстояние между миделем и точкой, в которой определяются}$$

ускорения, Обоснование приближённой расчётной зависимости для дисперсии D_{ay} содержится в работе

[5], Норматив $[\sqrt{D_{ay}}]$ принимается равным $4,64 \text{ м/с}^2$.

По поводу этого норматива приходится отметить следующее. Изначальное происхождение этого норматива, равно как и всех нормативов второго поколения - это исследования остойчивости гражданских судов. При этом сами по себе высокие поперечные ускорения при бортовой качке ещё не могут опрокинуть корабль или гражданское судно. Однако на гражданском сухогрузном судне такие ускорения и связанные с ними силы инерции могут привести к смещению перевозимого груза, когда центр тяжести этого груза уже не будет лежать в диаметральной плоскости судна. Это приведёт к появлению статического кренящего момента и статического угла крена. Сам по себе этот крен обычно не опасен в отношении остойчивости. Но условия восприятия наклонённым судном нагрузок, связанных с ветром и волнением, значительно ухудшаются по сравнению с судном, не имеющим крена. И вот это обстоятельство может привести к опрокидыванию, причём такие случаи для гражданских грузовых судов известны, [2-4].

Далее, приходится обратить внимание на явную противоречивость нормативов первого уровня. С одной стороны, мы стремимся снизить дисперсию поперечных ускорений, и условие $z - T \leq 0,7B$ выглядит в этом отношении логичным, поскольку с ростом расстояния z между точкой наблюдения и основной плоскостью эти ускорения увеличиваются. Но одновременно накладываемое условие вида

$$\bar{h}_0 = \frac{h_0}{B} \geq 0,08 \text{ выглядит полностью алогичным. Ведь ясно, что для снижения ускорений начальную}$$

стойчивость следует не увеличивать, а уменьшать. При снижении $\bar{h}_0$ снизится как дисперсия D_{θ} , так и собственная частота n_{θ} , что и должно привести к снижению дисперсии D_{ay} .

Однако указанное противоречие снимается, если принять, что целью нормирования в этом случае является снижение не ускорений как таковых, а угла статического крена θ_{GP} из-за поперечного смещения груза. Приняв, что в диапазоне углов крена $0 < \theta < \theta_{GP}$ диаграмма статической остойчивости линейна,

найдем угол крена θ_{GP} по очевидной формуле вида
$$\theta_{GP} = \frac{P_{GP} y_{gGP}}{D h_0},$$
 где D , P_{GP} , y_{gGP} -

водоизмещение, вес перевозимого груза и поперечное смещение центра тяжести этого груза из-за действия поперечных сил инерции при бортовой качке.

Тогда в рамках сделанного предположения рассматриваемый норматив - если только речь идёт о гражданских грузовых судах - приобретает логику и смысл. Для того, чтобы снизить угол θ_{GP} , необходимо либо увеличить начальную остойчивость (откуда и следует условие $\bar{h}_0 \geq 0,08$), либо снизить поперечное смещение ЦТ груза y_{gGP} . А для того, чтобы снизить величину y_{gGP} , необходимо уменьшить поперечные ускорения, причём в данном случае делать это следует не за счёт уменьшения начальной остойчивости, а иными способами. Так, например, дисперсию D_θ можно снизить за счёт применения успокоителей бортовой качки. Дисперсию D_{ay} можно дополнительно снизить за счёт снижения параметра z . В целом указанное противоречие представляет собой частный случай общеизвестного классического противоречия теории корабля, когда изменение начальной поперечной метацентрической высоты оказывает противоположное влияние на начальную остойчивость и на интенсивность бортовой качки.

Однако боевые надводные корабли, как правило, не перевозят грузов, смещение которых из-за обусловленных бортовой качкой инерционных нагрузок могло бы привести к появлению статического крена. Поэтому механическое перенесение на надводные корабли требований в части ускорений, которое выполнено в работах последнего времени [2-4], представляется нам, по меньшей мере, дискуссионным. Всё же мы рассмотрим на основе указанных работ влияние учёта норматива первого уровня по ускорениям на критические аппликации центра тяжести надводных кораблей.

Норматив второго уровня представляет собой полную (осреднённую по сроку службы) вероятность C_a случайного события, состоящего в том, что линейные поперечные ускорения, которые на стационарном волнении предполагаются распределёнными по закону Рэлея, превысят ускорение свободного падения. С ограничением начальной остойчивости снизу этот норматив уже не связан.

Рассмотрим далее, следуя работам [2,3], результаты применения определённых на основе полновероятностной схемы критериев второго поколения для надводных кораблей. Так, в работе [2] рассмотрены три надводных корабля:

- эсминец водоизмещением 8634 т, длиной 142 м и шириной 19,1 м;
- десантный вертолётоносец водоизмещением 11768 т, длиной 172 м и шириной 24 м;
- патрульный корабль водоизмещением 1250 т, длиной 80,6 м и шириной 9,6 м.

Расчётные скоростные режимы кораблей отвечали числам Фруда 0,397, 0,338 и 0,457 соответственно.

Для этих кораблей были рассчитаны величины критических аппликаций центра тяжести z_{gKP} для различных состояний нагрузки кораблей (различных осадок T) и для расчётных ситуаций и критериев остойчивости, отвечающих требованиям первого уровня второго поколения норм остойчивости. А на рис. 2 приведены аналогичные данные для тех же трёх кораблей, но уже для требований второго уровня второго поколения норм остойчивости, причём выполнялось сопоставление со стандартом [6]. Интересно, что для эсминца и вертолётоносца наиболее жёстким оказался критерий, связанный с ускорениями при бортовой качке. Дело здесь в том, что для удовлетворения всех требований по остойчивости, за исключением мало обоснованного, требования по ускорениям для крупных кораблей достаточно принять $h_0 \approx 0,05B$, [7]. Требование по ускорениям (а фактически - не актуальное в данном случае требование в части предотвращения поперечного смещения груза) вынуждает принимать на первом уровне $h_0 \geq 0,08B$. Это и ведёт к снижению критической аппликации центра тяжести по данному критерию, рис. 1а-1б. Для относительно небольших корветов и патрульных кораблей изначально принимается $h_0 = 0,08B$, [8]. И,

как следует из рис. 1в, критерий по ускорениям не изменяет либо изменяет в небольшой степени найденную на основе иных критериев критическую аппликату центра тяжести.

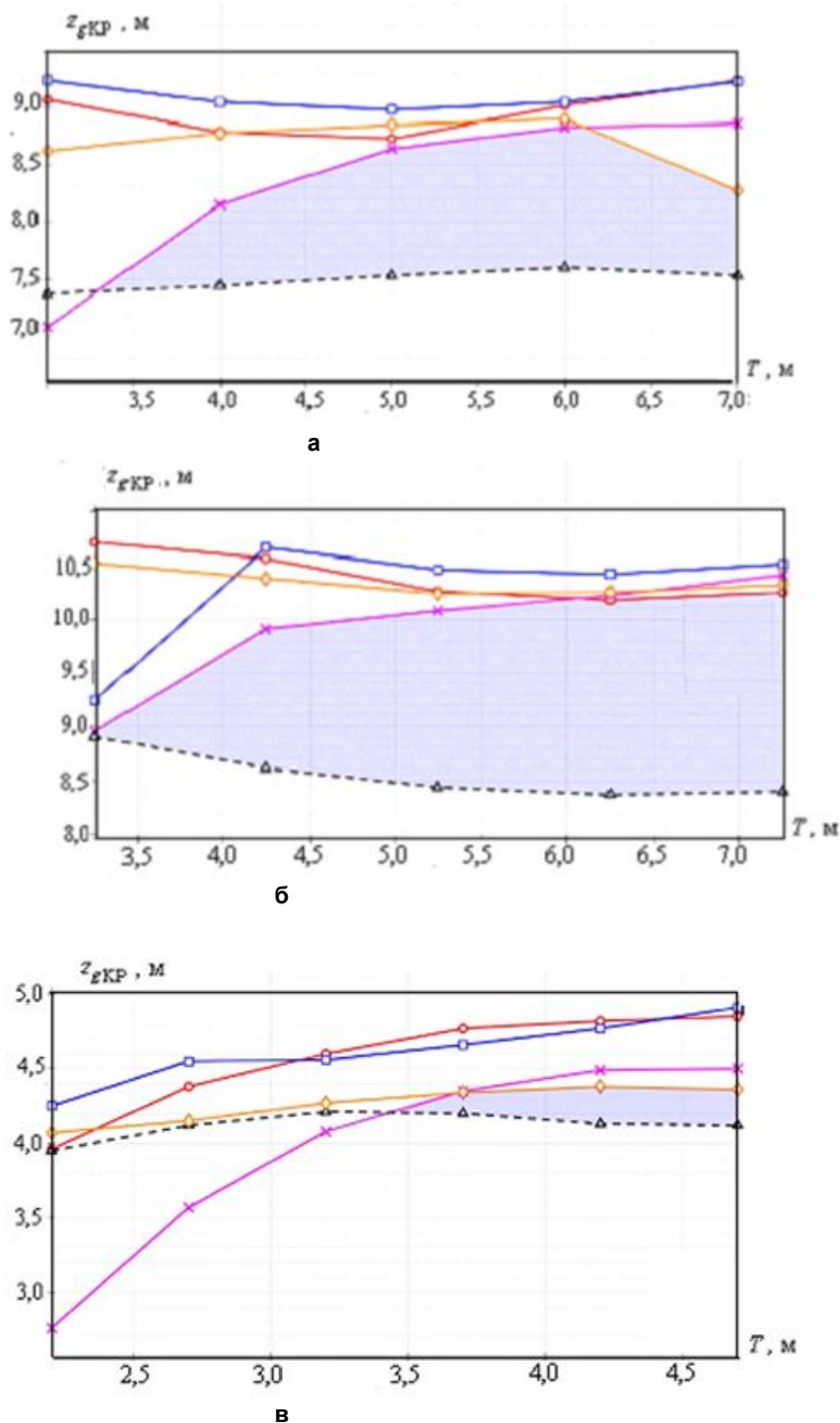


Рис. 1.. Критические аппликаты центра тяжести для различных расчётных ситуаций (первый уровень второго поколения норм остойчивости), [2]:

а - эсминец; б- десантный вертолётоносец; в- патрульный корабль

—○— остойчивость при параметрическом резонансе на попутном волнении;

—□— полная потеря остойчивости на вершине попутной волны;

—×— опрокидывание в положении корабля лагом к ветру и к регулярному волнению;

-  - ускорения при бортовой качке;
 - действующие нормы ВМС Италии;

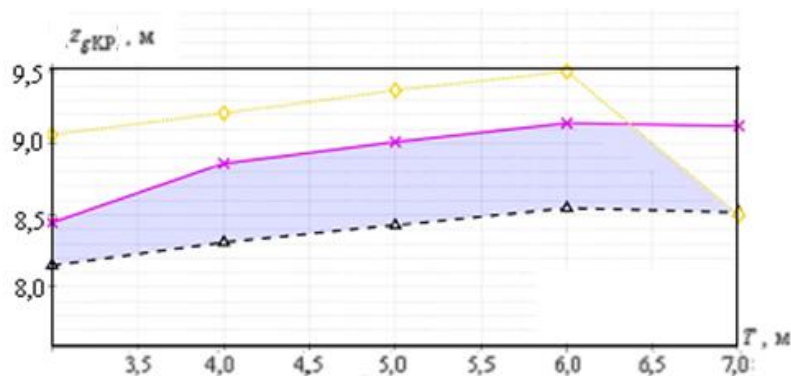
 - зона, в которой не связанные с опрокидыванием требования к кораблю оказывают определяющее влияние на критическую аппликату центра тяжести

Для критерия, связанного с ускорениями, то переход от первого уровня ко второму уровню для эсминца и для вертолётоносца позволили заметно увеличить критическую аппликату центра тяжести. Ясно, что это произошло за счёт исключения на втором уровне требования $h_0 > 0,08B$.

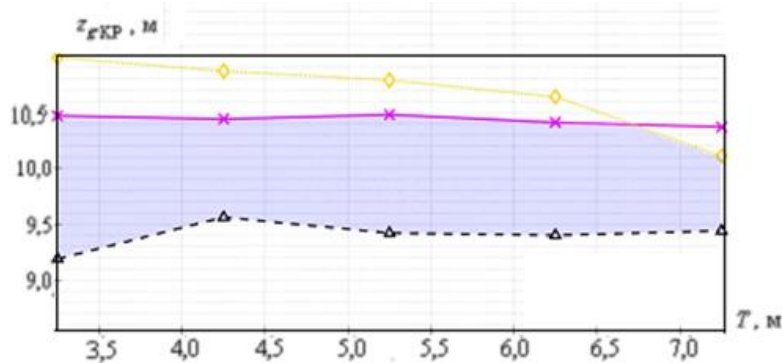
А в целях успешности дальнейшего анализа рассмотрим основные результаты работы [3]. В указанной работе рассмотрены:

- две модели корветов, относящиеся к предложенной в 1992 г. т.н. D- серии моделей быстроходных кораблей и известные под индексами D1 и D5;
- модель французского фрегата типа "Aquitaine",
- один из вариантов американского эсминца DDG-51 типа "A. Burk".

На рис. 3 для этих кораблей приведены зависимости для критерия второго уровня по ускорениям вида $C_{a2} = C_a(z_g)$. Если рассмотреть обратную зависимость вида $z_g = z_g(C_a)$, то критическое значение аппликаты центра тяжести корабля по данному критерию определится, очевидно, как $z_{gKP} = z_g(C_a)_{C_a=0,00039}$.



а



б

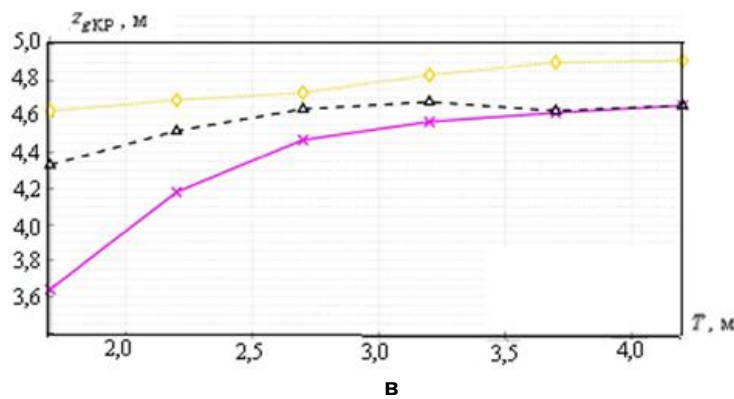


Рис. 2. Критические аппликаты центра тяжести для различных расчётных ситуаций (второй уровень второго поколения норм остойчивости), [2]:

а - эсминец; б - десантный вертолётносец; в- патрульный корабль

✱ - опрокидывание в положении корабля лагом к ветру и к регулярному волнению;

△ - ускорения при бортовой качке;

◇ - проверка остойчивости в соответствии с Naval Ship Code [6]

— зона, в которой проектант может варьировать фактическим положением центра тяжести

Как видно из рис. 3, зависимость $C_a = C_a(z_g)$ является резко убывающей. Это вполне отвечает физике рассматриваемого явления, поскольку, как уже отмечалось ранее, поперечные линейные ускорения, связанные с бортовой качкой, уменьшаются с уменьшением начальной поперечной метацентрической высоты, чему отвечает увеличение аппликаты центра тяжести. Поэтому графики понимать рис. 2 надлежит так.

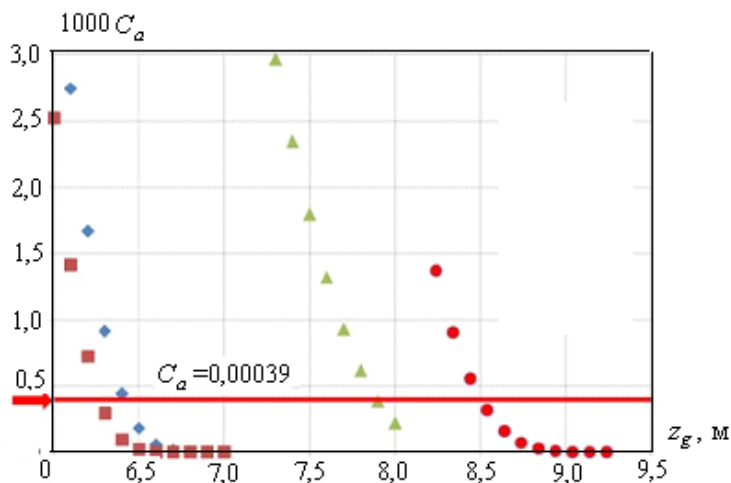


Рис. 3. Расчётная зависимость критерия остойчивости по ускорениям при бортовой качке второго уровня вида $C_a = C_a(z_g)$ для ряда надводных кораблей, [3]:

◇ - модель корвета D1;

■ - модель корвета D5;

△ - модель фрегата типа "Aquitaine";

● - один из вариантов эсминца DDG-51 типа "A. Burk"

По всем критериям, за исключением критерия ускорений, требования к остойчивости нарушаются при $z_g > z_{gKP}$, где критическая аппликата центра тяжести z_{gKP} отвечает своему критерию остойчивости. Напротив, для критерия ускорений справедливо противоположное соотношение, этот критерий нарушается

при $z_g < z_{gKP}$, рис. 3. При этом обвальный рост поперечных ускорений, имеющий место при $z_g < z_{gKP}$, связан в данном случае не с опрокидыванием, а с риском травмирования членов экипажа. При этом для надводных кораблей это обстоятельство учитывается на основе специального критерия- вынужденных перерывов в работе из-за качки (Motion Induced Interruptions-MII). Этот критерий был предложен в 1984 г. на основе анализа влияния качки на выполнение работ по обслуживанию корабельного вертолѐта, [9], и затем вошёл в действующий стандарт НАТО [10].

Выводы.1. При разработке норм остойчивости второго поколения для гражданских судов в нормы были включены требования в части ограничения поперечных ускорений при бортовой качке. Целью введения этих требований было уменьшить величину статического крена, связанного с возможным поперечным смещением груза. Наличие такого статического крена хотя и не ведѐт непосредственно к опрокидыванию, но всё же может существенно ухудшить условия восприятия судном внешних возмущений, связанных с ветром и с волнением. Для уменьшения такого крена можно идти такими двумя путями:

- снизить величину поперечной силы, для чего следует уменьшить поперечные ускорения;
- увеличить начальную поперечную метацентрическую высоту.

Эти два требования противоречат друг другу, что связано с общеизвестным фундаментальным противоречием теории корабля в части того, что рост начальной остойчивости ведѐт к ухудшению характеристик бортовой качки, в том числе и к увеличению поперечных ускорений, связанных с бортовой качкой. Обратное утверждение также справедливо. Поэтому для гражданских судов следует снижать поперечные ускорения не за счёт снижения начальной остойчивости, а иными путями - например, за счёт применения успокоителей бортовой качки.

, 2. Появление требования, связанного с ограничением ускорений при бортовой качке, во втором поколении норм остойчивости надводных кораблей связано с тем, что эти нормы разрабатываются на основе аналогичных норм для гражданских судов. Однако, в отличие от гражданских судов, ситуация поперечного смещения груза и возникновения связанного с этим обстоятельством статического крена для надводных кораблей не характерна вообще. Поэтому механический перенос этого норматива с гражданских судов на надводные корабли не является правильным, и эту расчётную ситуацию для надводных кораблей следует из второго поколения норм остойчивости исключить. В то же время следует сохранить предусмотренное соответствующими нормативными документами ограничение поперечных ускорений из условия предотвращения травмирования личного состава надводного корабля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Belenky, V.L., Bassler C.C., Spyrou K.J. (2011) Development of Second Generation Intact Stability Criteria. West Bethesda. Naval Surface Warfare Center. Carderock Division
- 2.Petacco, N. (2019) Second Generation Intact Ship Stability Criteria: Analysis, Implementation and Applications to Significant Ship Topologies. Doctoral Thesis. Genova. University of Genova.
- 3.Boccamano G., Rosano G. (2019) Excessive Acceleration Criterion: Application to Naval Ships. Journal of Marine Science and Engineering, 7 (431). - 17 p.
- 4.Grinnart, F. (2017) Analysis and Implementation of Second Generation Criteria in a Stability Computer Code PhD Thesis. Brest . Universite de Bretagne occidentale
- 5.Shigunov V., Rathje H., El Moctar (2011) On the Consideration of Lateral Accelerations in Ship Design Rules Proceedings of the 12th International Stability Workshop.- Washington, 9 p.
- 6.NATO Standard ANEP-77. Naval Ship Code (2019). Part 1. Goals, Functional Objectives and Performance Requirements. Part 2. Solutions. Part 3. Justification and Guidance. Edition G. Version 3. July
- 7.Good, N.A. (2006) Multi-Objective Design Optimization Considering Uncertainty in a Multi -Disciplinary Ship Synthesis Model. Master's of Science Thesis. Blacksburg. Virginia Polytechnic Institute and State University
- 8.NATO/PIP Working Paper of Small Ship Design (2004). /NATO Naval Group 6. Specialist Team of Small Ship Design, - 377 p.
9. Baitis, A.E., Applebee T.R., McNamara T.M. (1984) Human Factors Considerations Applied to Operations of the FFG-8 and LAMPS Mk III.. Naval Engineers Journal, 96(3),191-199
- 10.STANAG 4154. (2000) General Criteria and Common Procedures for Seakeeping Performance Assessment. Brussels.North Atlantic Treaty Organization-Military Agency for Standardization:

Solomyentsev, O.I. About using of the roll acceleration criteria in the second generation intact ship stability criteria for naval ships

Abstract. In this work is researched using for the naval ships transverse acceleration criteria, which was formed in IMO's second generation intact ship stability criteria for civil ships. Structure of this criteria was learned, and was shown, that using of this criteria for naval vessels will not be successful.

Key words: ship rolling, transverse accelerations, second generation intact ship stability criteria

Соломенцев, О.І. Про застосування критерія обмеження поперечних прискорень від хитавиці у нормах остійності другого покоління для надводних кораблів

Аннотация. Рассмотрена целесообразность распространения на надводные корабли предложенных норм остойчивости второго поколения в части ограничения поперечных ускорений.

Выявлена структура этого норматива и показаны причины его введения для гражданских судов, Сделан вывод, что распространение этого норматива на надводные корабли не является целесообразным.

Ключевые слова: бортовая качка; поперечные ускорения; второе поколение норм остойчивости

УДК 004.942:531.391

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ МОРСКОЙ ПРИВЯЗНОЙ СИСТЕМЫ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЁСТКОСТИ ГИБКОЙ СВЯЗИ НА ЕЁ ПРОГИБ И СИЛУ РАСТЯЖЕНИЯ

К.С. Трунин, к.т.н., доцент

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова.

Украина, Николаев, Пр. Героев Украины, 9

trunin.konstantin.stanislaw@gmail.com

ORCID ORG: 0000-0001-6345-6257

Анотация. Важливою характеристикою гнучкого зв'язку (ГЗ) є згинна жорсткість (ЗЖ), яку необхідно враховувати в умовах експлуатації. Елементи канату (проволоки) зазнають також розтягання та вигин спільно з крутінням. Запропонований метод визначення векторів узагальнених сил вигину ГЗ. Досліджено вплив ЗЖ ГЗ на його прогин та силу розтягування на конкретному прикладі.

Ключові слова: гнучкий зв'язок (ГЗ), морська прив'язна система (МПС), згинна жорсткість (ЗЖ) ГЗ, математична модель (ММ) опису динаміки МПС з ГЗ, метод визначення векторів узагальнених сил вигину та крутіння ГЗ.

Аннотация. Важной характеристикой гибкой связи (ГС) является изгибная жёсткость (ИЖ), которую необходимо учитывать в условиях эксплуатации. Элементы каната (проволоки) испытывают также растяжение и изгиб совместно с кручением. Предложен метод определения векторов обобщённых сил изгиба ГС. Исследовано влияние ИЖ ГС на её прогиб и силу растяжения на конкретном примере.

Ключевые слова: гибкая связь (ГС); морская привязная система (МПС); изгибная жёсткость (ИЖ) ГС; математическая модель (ММ) описания динамики МПС с ГС; метод определения векторов обобщённых сил изгиба и кручения ГС.

Состояние проблемы. Сложные и тяжелые режимы эксплуатации ГС МПС требуют специального изучения и определения действующих на них сил, учета нелинейности разрешающих уравнений, возможности потери устойчивости равновесия и с требованием исследования поведения системы в закритических состояниях. Описывающие их дифференциальные уравнения имеют высокий порядок и содержат нелинейности сложного вида. Решение таких задач оказывается возможным только современными методами нелинейного анализа, применение которых побуждает к выбору модификации разрешающих уравнений, обеспечивающих алгоритмичность и эффективность используемых подходов [1 – 5].

До настоящего времени указанные исследования не получили необходимого развития из-за отсутствия достоверных математических моделей (ММ), которые достаточно просто и эффективно реализовывались бы в виде алгоритмов и программ для численного решения рассматриваемых задач. Для описания влияния гидрометеосреды необходима адекватная пространственно-временная ММ изменения волнения, ветра и течения [6].

Важной характеристикой ГС является изгибная жёсткость (ИЖ), которую необходимо учитывать в условиях эксплуатации, при этом элементы каната (проволоки) испытывают растяжение, изгиб и контактное нагружение совместно с кручением.

ИЖ каната оказывает существенное влияние на процесс формирования изогнутого каната на шкиве. Она зависит не только от конструкции каната, размеров проволок, составляющих канат, но и его натяжения [7, с. 43]. При этом канаты, отличающиеся повышенной изгибной жёсткостью, менее долговечны при работе на блоках [8,9].

Попытки исследовать поведение каната в водной среде были сделаны В.И Егоровым [10, с. 68]. Им были определены коэффициент сопротивления при перпендикулярном обтекании троса C_{x90} и коэффициент сопротивления троса при параллельном обтекании C_{x0} . Он отмечает, что приведенные значения C_{x90} соответствуют некоторой средней длине элемента тросовой части буксируемых систем и некоторой средней скорости ее буксировки. При других длинах и других скоростях значения коэффициента могут быть и несколько иными.

В [11] матричный метод анализа системы расширен для учёта динамической реакции буксируемой системы. Ключевым является использование метода эквивалентной линеаризации и малых возмущений, углов наклона буксируемого тела.

В [12] в п. 4 [12, с. 236] сделана попытка определения равновесия ГС с учётом её жёсткости на изгиб: рассмотрена задача о равновесии в потоке ГС, имеющей ИЖ, в простейшем случае, когда невесомая ГС располагается в плоскости, а гидродинамическая нагрузка на неё имеет только нормальную составляющую. Используется система дифференциальных уравнений равновесия ГС в потоке. Получены значения для искомой функции $\alpha_6(\sigma)$ для ГС малой жёсткости. Необходимо отметить, что данная модель не даёт картины изменения жёсткости ГС во времени, кроме того, уравнения имеют сложную форму и не могут быть использованы в инженерных расчётах.

Работа ГС МПС и подводной буксируемой системы (ПБС), в частности, в процессе эксплуатации характеризуется следующими условиями [13, с. 22–23]:

- 1) канаты подвергаются действию резких перепадов температур воздуха (от -40°C до 50°C) и морской воды (от -2°C до 30°C);
- 2) канаты подвергаются многократному изгибу на блоках, диаметр которых $D_b = 200\text{--}500$ мм и более;
- 3) блоки имеют диаметр жёлоба $D_{\text{ж}}$, достигающий до трёх и более диаметров каната (жёлоб при этом считают плоским);
- 4) канат на барабанах буксирных лебёдок наматывается в $15\div 20$ слоёв;
- 5) канат подвергается раздавливанию на барабанах лебёдки в связи с многослойной навивкой ($15\div 20$ слоёв и более), что непосредственно влияет на канатоёмкость барабана лебёдки и характеристики ГС;
- 6) канаты испытывают динамические нагрузки при волнении на море и особенно при задевании за грунт и подводные препятствия;
- 7) канаты подвергаются значительному механическому износу вследствие трения на блоках и о морское дно.

При проектировании (выборе) ГС необходимо учитывать изменение её собственных характеристик во времени в течение длительной эксплуатации:

- при гидростатическом обжатии ГС меняет свою форму от идеальной окружности;
- происходит существенное растяжение ГС по длине, в т. ч. и внутренних жил элетрокабелей, вследствие чего меняется сопротивление ГС;
- меняется ИЖ ГС в зависимости от глубины погружения.

В существующих расчётах ГС используются в основном их ММ для идеальных круглых сечений. Сегодня актуальной является задача оперативного расчёта усилий в ГС для задач исследовательского проектирования и использования в системах автоматического управления МПС в реальном масштабе времени.

Результаты исследования. Анализ существующих моделей динамики ГС МПС показал, что в большинстве моделей элемента ГС в МПС рассматривают динамику ГС при относительно малых перемещениях и изгибах, что показывает актуальность разработки данной ММ динамики элемента ГС, позволяющей учитывать большие перемещения ГС в составе МПС. Разработанная ММ двух связанных элементов ГС МПС позволяет разработать алгоритм расчёта динамики ГС при её больших перемещениях и решать следующие задачи, которые в существующих ММ не учитывались [14]:

1. Определять изменение формы ГС и сил её натяжения в процессе маневрирования СН и ПА с учётом морского волнения, подводных течений, ветровых нагрузок на СН, глубины моря и её изменения в заданной акватории, массы и упругих свойств ГС.
2. Определять относительное положение СН и ПА в процессе их маневрирования.
3. Определять резонансные режимы растяжения ГС и максимальные нагрузки на ГС для оценки её прочности в процессе маневрирования СН и ПА.

4. Определять режимы маневрирования МПС, приводящей к образованию петель ("колышек") на ГС.
 5. Определять режимы маневрирования МПС, приводящие к вибрации плохообтекаемых ГС в потоке.
 6. Определять усилия растяжения, изгиба и кручения в ГС.
 7. Определить систему уравнений, описывающих динамику элемента под нагрузкой и поворота.
- Более подробное описание ММ приведено в [14–17].

Векторы обобщённых сил изгиба и кручения ($\bar{Q}_{i-1}^\chi, \bar{Q}_{i1}^\chi, \bar{Q}_{i2}^\chi, \bar{Q}_{i+1}^\chi, \bar{Q}_{i-1}^\tau, \bar{Q}_{i1}^\tau, \bar{Q}_{i2}^\tau, \bar{Q}_{i+1}^\tau$) можно вычислить по формулам (1) – (8)

$$\bar{Q}_{i-1}^\chi = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial \bar{e}_{i-1}} d\xi, \quad (1)$$

$$\bar{Q}_{i1}^\chi = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi_{i1}^2}{\partial \bar{e}_{i1}} d\xi, \quad (2)$$

$$\bar{Q}_{i2}^\chi = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi_{i2}^2}{\partial \bar{e}_{i2}} d\xi, \quad (3)$$

$$\bar{Q}_{i+1}^\chi = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi_{i+1}^2}{\partial \bar{e}_{i+1}} d\xi, \quad (4)$$

$$\bar{Q}_{i-1}^\tau = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau_{i-1}^2}{\partial \bar{e}_{i-1}} d\xi. \quad (5)$$

$$\bar{Q}_{i1}^\tau = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau_{i1}^2}{\partial \bar{e}_{i1}} d\xi. \quad (6)$$

$$\bar{Q}_{i2}^\tau = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau_{i2}^2}{\partial \bar{e}_{i2}} d\xi. \quad (7)$$

$$\bar{Q}_{i+1}^\tau = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau_{i+1}^2}{\partial \bar{e}_{i+1}} d\xi, \quad (8)$$

однако процесс их определения сопряжён с большими проблемами вычисления производных и интегралов в аналитическом виде. Для решения этой проблемы разработан метод определения векторов $\bar{Q}_{i-1}^\chi, \bar{Q}_{i1}^\chi, \bar{Q}_{i2}^\chi, \bar{Q}_{i+1}^\chi, \bar{Q}_{i-1}^\tau, \bar{Q}_{i1}^\tau, \bar{Q}_{i2}^\tau, \bar{Q}_{i+1}^\tau$ с помощью численных методов вычисления производных и интегралов, входящих в формулы (1) – (8).

Рассмотрим этот метод на примере вычисления координат вектора $\bar{Q}_{i-1}^\chi$. Вектор обобщённых координат в узле ГС с номером $i-1$, в соответствии с (3.190) [17, с. 273], определяется формулой

$$\bar{e}_{i-1} = \{x_{i-1} \ y_{i-1} \ z_{i-1} \ x'_{i-1} \ y'_{i-1} \ z'_{i-1} \ \beta_{i-1}\}^T, \quad (9)$$

тогда квадрат кривизны ГС в этом узле зависит от компонентов вектора (9)

$$\chi_{i-1}^2 = f(\bar{e}_{i-1}) = f(x_{i-1} \ y_{i-1} \ z_{i-1} \ x'_{i-1} \ y'_{i-1} \ z'_{i-1} \ \beta_{i-1}). \quad (10)$$

Производную в подынтегральном выражении (1) можно было бы вычислять с помощью конечных разностей

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial \bar{e}_{i-1}} \approx \frac{f(\bar{e}_{i-1}^{n+1}) - f(\bar{e}_{i-1}^n)}{\bar{e}_{i-1}^{n+1} - \bar{e}_{i-1}^n}, \quad (11)$$

однако в случае отсутствия изменений обобщённых координат узлов ГС (например, в случае плоской симметрии движения ГС или в отдельные моменты времени) в формуле (11) возникает неопределённость типа 0/0, что не позволяет определить производную. Чтобы исключить появления неопределённости 0/0 вместо формулы (11) используем формулу

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial \bar{e}_{i-1}} \approx \frac{f(\bar{e}_{i-1}^n + \Delta_e) - f(\bar{e}_{i-1}^n - \Delta_e)}{2 \cdot \Delta_e}, \quad (12)$$

где Δ_e – возмущения обобщённых координат ГС. Величину Δ_e выбирали намного меньше, чем параметры ГС.

Для линейных составляющих координат ГС Δ_e задавали не более 10^{-4} от длины элемента ГС (l), а для направляющих косинусов не более 10^{-6} . В отличие от формулы (11) в формуле (12) использовали центральные разности для аппроксимации производной, обеспечивающие второй порядок точности её аппроксимации, а также не нарушающие симметрию движения ГС при её наличии.

Вектор обобщённых координат с учётом его детализации

$$\bar{e} = \{x_0 \ y_0 \ z_0 \ x'_0 \ y'_0 \ z'_0 \ x_l \ y_l \ z_l \ x'_l \ y'_l \ z'_l \ \beta_0 \ \beta_l\}^T, \quad (13)$$

где β_k – углы поворота поперечных сечений ГС в концевых точках элемента относительно нормали n репера Френе осевой линии (рис.3.15) [17, с. 255];

l – длина осевой линии элемента ГС.

В формуле (14)

$$\beta(p) = \beta_0 \cdot (1 - p/l) + \beta_l \cdot p/l. \quad (14)$$

В координатной форме производные (12) определяются формулами

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x_{i-1}} \approx \frac{f[(x_{i-1}^n + \Delta_x) y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n] - f[(x_{i-1}^n - \Delta_x) y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_x}, \quad (15)$$

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n (y_{i-1}^n + \Delta_y) z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n] - f[x_{i-1}^n (y_{i-1}^n - \Delta_y) z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_y}, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n (z_{i-1}^n + \Delta_z) x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n] - f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n (z_{i-1}^n - \Delta_z) x'_{i-1} y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_z}, \quad (17)$$

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x'_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n (x'_{i-1} + \Delta_{x'}) y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n] - f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n (x'_{i-1} - \Delta_{x'}) y'_{i-1} z'_{i-1} \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_{x'}}, \quad (18)$$

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y'_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} (y'_{i-1} + \Delta_{y'}) z'_{i-1} \beta_{i-1}^n] - f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} (y'_{i-1} - \Delta_{y'}) z'_{i-1} \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_{y'}}, \quad (19)$$

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z'_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} (z'_{i-1} + \Delta_{z'}) \beta_{i-1}^n] - f[x_{i-1}^n y_{i-1}^n z_{i-1}^n x'_{i-1} y'_{i-1} (z'_{i-1} - \Delta_{z'}) \beta_{i-1}^n]}{2 \cdot \Delta_{z'}}. \quad (20)$$

Функция квадрата кривизны χ осевой линии по отношению к главным осям инерции площади поперечного сечения с изгибной жёсткостью EJ и кривизной осевой линии не зависит в явном виде от β , поэтому

$$\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial \beta_{i-1}} = 0. \quad (21)$$

Интеграл от производных (5)–(11), входящий в (1) вычисляли по методу Симпсона, а составляющие вектора $\bar{Q}_{i-1}^x$ по формулам

$$Q_{x_{i-1}}^x = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (22)$$

$$Q_{y_{i-1}}^x = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (23)$$

$$Q_{z_{i-1}}^x = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (24)$$

$$Q_{x'_{i-1}}^{\chi} = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x'_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x'_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial x'_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (25)$$

$$Q_{y'_{i-1}}^{\chi} = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y'_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y'_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial y'_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (26)$$

$$Q_{z'_{i-1}}^{\chi} = \frac{E \cdot J \cdot l}{6 \cdot L_k} \sum_{k=1}^{L_k/2} \left[\left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z'_{i-1}} \right)_{2k-2} + 4 \cdot \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z'_{i-1}} \right)_{2k-1} + \left(\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial z'_{i-1}} \right)_{2k} \right], \quad (27)$$

$$Q_{\beta_{i-1}}^{\chi} = 0, \quad (28)$$

где L_k – чётное количество отрезков одинаковой длины на интервале интегрирования $[0,1]$; $k \in [0, L_k / 2]$ – номер узла на двойном интервале интегрирования.

Аналогичным образом вычисляли составляющие остальные векторов $\bar{Q}_{i_1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_2}^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}$.

В отличие от векторов $\bar{Q}_{i-1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_2}^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}$, вычисление $\bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_2}^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$ имеет особенности, связанные с зависимостью относительного угла кручения поперечного сечения ГС от производной угла поворота поперечного сечения $\partial\beta/\partial p$ (3.86) [17, с. 258]. Угол поворота поперечного сечения β аппроксимирован линейными функциями в пределах длины элемента ГС (3.59) [17, с. 255], поэтому в узлах ГС производная $\partial\beta/\partial p$ не определена (имеет конечный разрыв). Чтобы его исключить использовали центральные конечные разности для аппроксимации $\partial\beta/\partial p$

$$\left(\frac{\partial\beta}{\partial p} \right)_{i-1} \approx \frac{\beta_{i+1} - \beta_{i-1}}{2 \cdot l}, \quad (19)$$

$$\left(\frac{\partial\beta}{\partial p} \right)_{i_1} = \left(\frac{\partial\beta}{\partial p} \right)_{i_2} \approx \frac{\beta_{i+2} - \beta_{i_1}}{2 \cdot l}, \quad (20)$$

$$\left(\frac{\partial\beta}{\partial p} \right)_{i+1} \approx \frac{\beta_{i+2} - \beta_i}{2 \cdot l}. \quad (21)$$

В отличие от (11) производную $\frac{\partial \tau_{i-1}^2}{\partial \beta_{i-1}}$ вычисляли по формуле

$$\frac{\partial \tau_{i-1}^2}{\partial \beta_{i-1}} \approx \frac{f[x_{i-1}^n, y_{i-1}^n, z_{i-1}^n, x'_{i-1}, y'_{i-1}, z'_{i-1} (\beta_{i-1}^n + \Delta_{\beta})] - f[x_{i-1}^n, y_{i-1}^n, z_{i-1}^n, x'_{i-1}, y'_{i-1}, z'_{i-1} (\beta_{i-1}^n - \Delta_{\beta})]}{2 \cdot \Delta_{\beta}}, \quad (22)$$

где Δ_{β} – возмущения угла кручения ГС, не превышающие 0,1. Остальные элементы векторов $\bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_2}^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$ вычисляли аналогично формулам (5)–(10).

К достоинствам предложенного метода определения $\bar{Q}_{i-1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_2}^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}, \bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_2}^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$ необходимо отнести его алгоритмичность, что существенно облегчает вычисления $\bar{Q}_{i-1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_2}^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}, \bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_2}^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$ в компьютерной программе.

На каждом временном $n+1$ слое решение системы уравнений (3.247) [17, с. 280] выполняли по двухшаговой схеме "предиктор"–"корректор" по формулам (3.262) [17, с. 281] и (3.264) [17, с. 282]. В отличие от вектора $\bar{Q}_i^n$, векторы $\bar{Q}_{i-1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_1}^{\chi}, \bar{Q}_{i_2}^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}, \bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_1}^{\tau}, \bar{Q}_{i_2}^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$ вычисляли предварительно на этапе "предиктор" и уточняли на этапе "корректор". На этапе "предиктор" координаты ГС на временном $n+1$ слое ещё

не известны, поэтому производные $\frac{\partial \chi_{i-1}^2}{\partial \bar{e}_{i-1}}$ вычисляли на основе формул (5)–(11), используя известные

координаты узлов ГС на n -ом временном слое. Затем подставляли их в формулы (12)-(18) и использовали полученные величины $(\bar{Q}_{i-1}^{\chi})^n$ для предварительного определения величин координат ГС $(\tilde{x}_{i-1}, \tilde{y}_{i-1}, \tilde{z}_{i-1}, \tilde{x}'_{i-1}, \tilde{y}'_{i-1}, \tilde{z}'_{i-1}, \tilde{\beta}_{i-1})^{n+1}$ на $n+1$ временном слое по формуле (3.262) [17, с. 281]. По этим

величинам на этапе "корректор", вычисляли производные $\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial \tilde{\epsilon}_{i-1}}$ по формулам

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial x_{i-1}} \approx \frac{f[(\tilde{x}_{i-1}^{n+1} + \Delta_x) \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[(\tilde{x}_{i-1}^{n+1} - \Delta_x) \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_x}, \quad (23)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial y_{i-1}} \approx \frac{f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} (\tilde{y}_{i-1}^{n+1} + \Delta_y) \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} (\tilde{y}_{i-1}^{n+1} - \Delta_y) \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_y}, \quad (24)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial z_{i-1}} \approx \frac{f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} (\tilde{z}_{i-1}^{n+1} + \Delta_z) \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} (\tilde{z}_{i-1}^{n+1} - \Delta_z) \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_z}, \quad (25)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial x'_{i-1}} \approx \frac{f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} (\tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} + \Delta_{x'}) \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} (\tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} - \Delta_{x'}) \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_{x'}}, \quad (26)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial y'_{i-1}} \approx \frac{f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} (\tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} + \Delta_{y'}) \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} (\tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} - \Delta_{y'}) \tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_{y'}}, \quad (27)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial z'_{i-1}} \approx \frac{f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} (\tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} + \Delta_{z'}) \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}] - f[\tilde{x}_{i-1}^{n+1} \tilde{y}_{i-1}^{n+1} \tilde{z}_{i-1}^{n+1} \tilde{x}'_{i-1}{}^{n+1} \tilde{y}'_{i-1}{}^{n+1} (\tilde{z}'_{i-1}{}^{n+1} - \Delta_{z'}) \tilde{\beta}_{i-1}^{n+1}]}{2 \cdot \Delta_{z'}}, \quad (28)$$

$$\frac{\partial \tilde{\chi}_{i-1}^2}{\partial \beta_{i-1}} = 0, \quad (29)$$

а затем подставляли их в формулы (12)-(18) для уточнения составляющих вектора $(\tilde{Q}_{i-1}^{\chi})^{n+1}$ и окончательно вычисляли $(x_{i-1}, y_{i-1}, z_{i-1}, x'_{i-1}, y'_{i-1}, z'_{i-1}, \beta_{i-1})^{n+1}$ на $n+1$ временном слое по формулам (3.264) [17, с. 282].

Аналогичным образом вычисляются составляющие остальных векторов $\bar{Q}_i^{\chi}, \bar{Q}_{i+1}^{\chi}, \bar{Q}_{i-1}^{\tau}, \bar{Q}_i^{\tau}, \bar{Q}_{i+1}^{\tau}$.

Рассмотрим влияние ИЖ ГС на её прогиб и силу растяжения. Расчёт статического прогиба ГС выполняли методом установления движения с помощью разработанной ММ. Судно-буксировщик (СБ) соединено с буксируемым носителем (БН) кабель-буксиром (КБ) диаметром 30 мм, длиной – 400 м, жёсткость КБ – $6,75 \cdot 10^7$ Н, погонная масса – 1,43 кг/м. К БН присоединён стабилизирующий участок дополнительного каната нулевой плавучести, создающий при скорости буксировки 3 м/с усилие ($F_{БН}$) 1 кН. БН представляет собой круговой цилиндр (диаметром 0,8 м, длиной 2 м, массой 1030,44 кг, при которой обеспечивается его нулевая плавучесть). Коэффициенты сопротивления БН $C_x=C_z=0,77$, КБ $C_n=1,35$, $C_T=0,04$. Схема буксировки показана на рис. 1 [18].

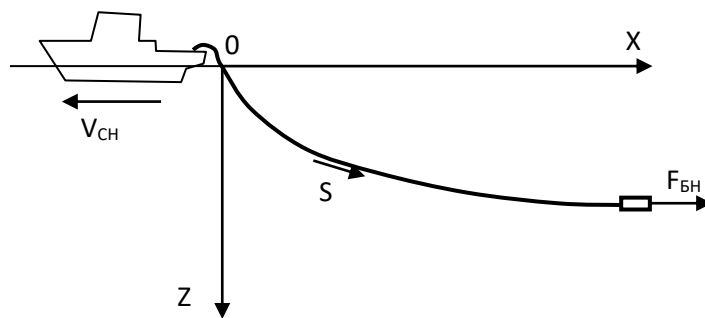


Рис. 1. Схема буксировки.

На рис. 2 показана линия КБ рассчитанная в работе [18, с. 144–146] без учёта гидродинамического сопротивления кабель-буксира, а также линии, рассчитанные по разработанной модели без учёта гидродинамического сопротивления КБ и с его учётом. Штриховыми линиями показаны формы ГС с учётом их ИЖ.

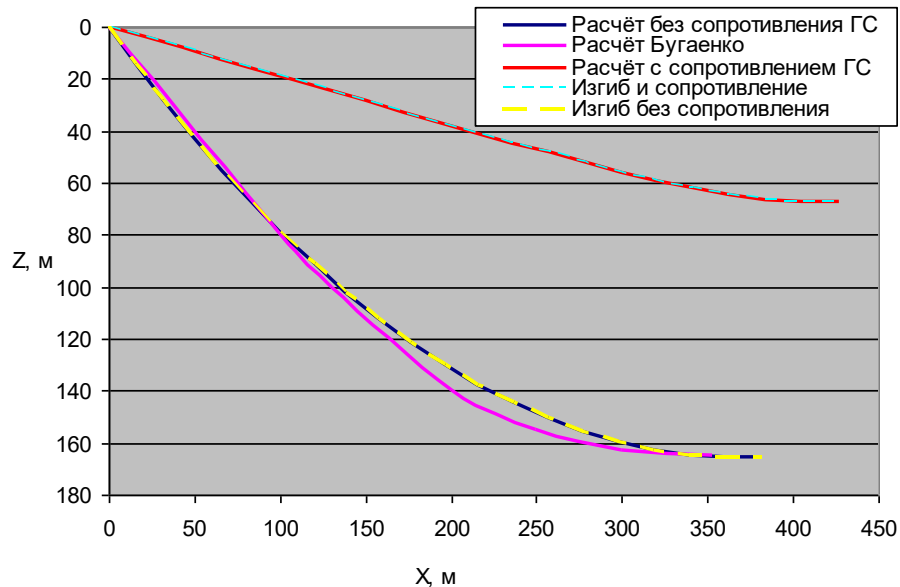


Рис. 2. Линия КБ рассчитанная в работе [18] без учёта гидродинамического сопротивления кабель-буксира (лиловая линия), а также линии, рассчитанные по разработанной модели без учёта гидродинамического сопротивления КБ (синяя линия) и с его учётом (красная линия).

На рис. 3 показано распределение силы натяжения вдоль КБ в направлении координаты S (обозначения на рис. 11 аналогичны обозначениям на рис. 2).

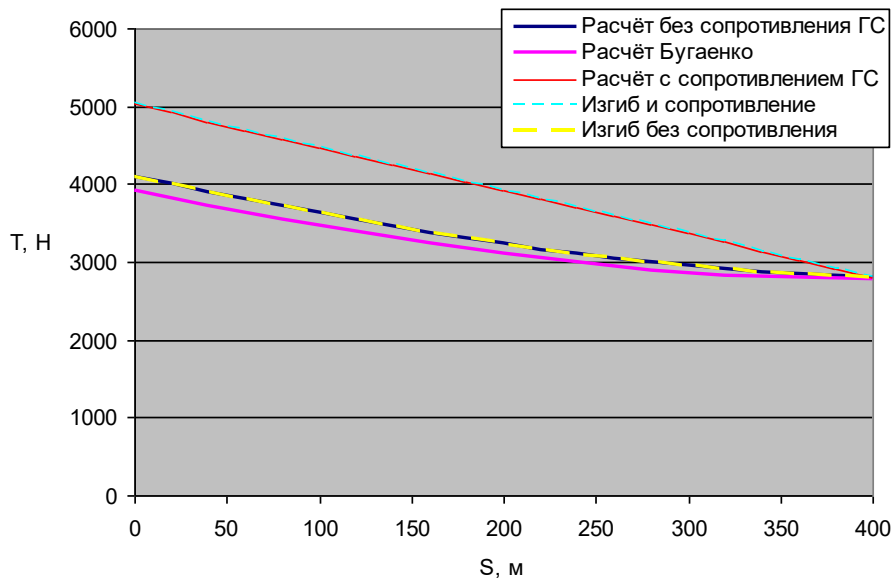


Рис. 3. Распределение силы натяжения вдоль КБ в направлении координаты S.

Из рис. 2 и 3 следует, что результаты моделирования согласуются с расчётами, приведёнными в [18], без учёта гидродинамического сопротивления КБ. Учёт сопротивления КБ при математическом моделировании приводит к уменьшению глубины его погружения, что соответствует физическим законам. В данном случае относительный диаметр ГС равен 0,075%, поэтому влияние ИЖ ГС на её форму и натяжение пренебрежимо мало.

Выводы. Из полученных данных следует, что при относительном диаметре ГС (отношение диаметра ГС к её длине) менее 0,1% влияние ИЖ ГС на её прогиб и натяжение пренебрежимо мало, и существенно зависит от диаметра ГС. ИЖ ГС уменьшает её максимальный прогиб: чем больше диаметр ГС, тем больше её прогиб. Поэтому в одинаковые моменты времени отличие прогиба ГС и её натяжения под действием ИЖ приводит к большим отличиям этих величин, в то время как амплитуды их колебаний отличаются в пределах отличия их средних значений. Это подтверждается результатами моделирования буксировки ПА посредством ГС, закреплённой на СН, на примере расчёта из [18].

Уточнённая ММ динамики ГС МПС позволяют: учитывать влияние её изгибной жёсткости на её прогиб и силу растяжения; более качественно и оперативно проектировать МПС, имеющих в своём составе ГС, проектировать практически все классы МПС. Оригинальность ММ описания динамики ГС заключается в том, что ММ динамики МПС с ГС включает не только уравнения для ГС, но и уравнения динамики СН и буксируемого ПА.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ:

- [1] Меркин, Д.Р. (1976). Введение в теорию устойчивости движения. Наука, Москва, 319.
- [2] Александров, М.Н. (1968). Судовые устройства. Судостроение, Ленинград, 372.
- [3] Динамика подводных буксируемых систем (1995). Поддубный, В.И., Шамарин, Ю.Е., Черненко, Д.А., Астахов Л.С. Судостроение, Санкт Петербург, 200.
- [4] Привязные подводные системы. Прикладные задачи статики и динамики. (2000). Виноградов, Н.И., Гутман М.Л., Лев И.Г., Нисневич М.З. Изд-во С.-Петерб. ун-та, СПб., 324.
- [5] Блинцов, В.С. (1998). Привязные подводные системы. Наукова думка, Киев, 231.
- [6] Блинов, Э.И., Кравцов, В.И., Кравцов, А.В., Недбайло, А.Н. (2003). Управление гибкими протяжёнными объектами направленными силовыми воздействиями. Современные технические средства, комплексы и системы. ААЭКС, 1 (11), 79–86.
- [7] Сергеев, С.Т. (1968). Надёжность и долговечность подъёмных канатов. Техника, Киев, 238.
- [8] Глушко, М.Ф. (1976). Стальные подъёмные канаты: Изд-во «Техника», Киев, 328.
- [9] Савин, Г.Н., Глушко, М.Ф. (1964). О строительной механике стальных подъёмных канатов. – с. 7 – 27. (в кн.: Стальные канаты. Сборник статей. (1964). Под ред. д.т.н. Глушко М.Ф., Т. 1. Изд. «Техника», Киев, 308).
- [10] Егоров, В.И. Подводные буксируемые системы: Учебное пособие. – Л.: Судостроение, 1981. – 304 с.
- [11] Hover F.S., Grosenbaugh M.A., Triantafyllou M.S. (1994). Calculation of Dynamic Motion and Tensions in Towed Underwater cables. / IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. 19, No. 3, July, pp. 449-457. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/4385954.pdf>.
- [12] Иконников И.Б., Гаврилов В.М., Пузырев Г.В. (1992). Подводные буксируемые системы и буй нейтральной плавучести. СПб.: Судостроение, 224.
- [13] V. Blintsov, K. Trunin. (2020). Construction of a mathematical model to describe the dynamics of marine technical systems with elastic links in order to improve the process of their design / eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 /1/9 (103), UDC 629.5.01.001.63, DOI: 10.15587/1729-4061.2020.197358. pp. 56-66, p. 74.
- [14] Трунин К.С. (2017). Математическая модель двух связанных элементов гибкой связи морской привязной системы. Збірник наукових праць НУК, 2, 3–10. [DOI 10.15589/jnn20170201](https://doi.org/10.15589/jnn20170201).
- [15] Трунин К.С. (2017). Уравнения динамики элемента гибкой связи морской привязной системы // Збірник наукових праць НУК, 1, 18–25. [DOI 10.15589/jnn20170104](https://doi.org/10.15589/jnn20170104).
- [16] Трунин К.С. (2017). Динамика морской привязной системы с гибкой связью. Збірник наукових праць НУК, 3, 3–10. [DOI 10.15589/jnn20170301](https://doi.org/10.15589/jnn20170301).
- [17] Трунин, К.С. (2019). Гибкие связи в морских привязных системах : Монография / К.С. Трунин. Издатель Торубара В.В., Николаев. 536.
- [18] Бугаенко, Б.А. (2004). Динамика судовых спускоподъёмных операций. Наукова думка, Киев, 320.

THE MATHEMATICAL MODEL DYNAMIC'S DESCRIPTION OF MARINE TETHERED SYSTEM WITH ACCOUNT OF INFLUENCE BY RIGIDITY IN BENDING OF FLEXIBLE LINK TO IT DEFLECTION AND TENSION'S FORCE

Kostyantyn S. Trunin,

trunin.konstantin.stanislav@gmail.com

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

9 Heroiv Ukrainy ave., Mykolayiv, Ukraine, 54025

Abstract. The important of characteristic of flexible link (FL) is rigidity in bending (RB) which is probability take into account at regular service conditions. The elements of rope (wire) by end-use testing also tension and bend with torsion. The method of calculation of vectors of generalized of forces of bend of FL was proposed. The influence was studied of rigidity bending of FL to its deflection and tension's force on the concrete example.

Keywords: Flexible Links (FL), Marine Tethered Systems (MTS), rigidity in bending (RB) of FL, mathematical (MM) model of MTS with FL dynamics description, method of calculation of vectors of generalized of forces of bend of FL.

STUDY ON NUMERICAL SIMULATION OF INITIAL RESIDUAL STRESS RULES OF TYPICAL WELDED JOINTS OF CONE-CYLINDER PRESSURE STRUCTURE OF DEEP WATER

Jingxi Zhang¹.–M.D, Yiwen Zhang².–M.D, Deqin Zhu³.–M.D,¹Jiangsu University of science and technology

¹Zhenjiang, Jiangsu212003, China

¹1716935214@qq.com, ²liniangbi@163.com

Abstract:Submergence and buoyancy may cause fatigue damage to cone-cylinder pressure structure of deep water. Large pressure structure of deep water is usually constructed with high-strength steel, which is prone to generate large welding residual stress. The residual stress of cone-cylinder pressure structure of deep water may be released differently under external load, which would have an impact on the fatigue strength and safety assessment of cone-cylinder pressure structure. Therefore, it is necessary to study the effects of residual stress and its release on fatigue strength of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water. In this paper, the typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water were taken as the research object. The welding residual stress was studied by means of numerical simulation based on the thermal elastic-plastic theory. The results show that the residual stress near the welding seam would be released greatly under external load. Moreover, the closer it is to the weld seam, the more residual tensile stress is released.

Keywords: residual stress; release; cone-cylinder pressure structure; typical welded joint

1. Introduction

Modern large underwater pressure structure is one of the important tools for exploiting marine resources. Large underwater structures often encounter transition problems between different diameters, and cone-cylinder pressure structure is widely used to solve such problems. The increase of submergence depth inevitably leads to the proportional increase of seawater pressure on the pressure structure. High strength steel is selected for keeping the form of pressure-resisting shell structure. However, high strength steel is more sensitive to welding residual stress, and the plasticity and toughness index decrease with the increase of yield strength^[1,2]. High strength steel could cause fatigue problems for cone-cylinder pressure structures. At the same time, the pressure structures of deep water would be subjected to cyclic loading during service. In general, when cyclic loading is superimposed on initial residual stress, initial residual stress may be released to different degrees, which would influence the fatigue strength and safety assessment of cone -column structure.

Huang et al.^[3]studied the fatigue characteristics of cone-cylinder pressure structure with surface crack subjected to combined of compressive stress and bending stress. Li et al.^[4] studied the welding residual stress of high strength steel with combination of the method of finite element numerical simulation and experiment. Jiang et al.^[5-7]used neutron diffraction (ND) measurement to study the law of residual stress of butt-welded joints and the relaxation of weld residual stress in a butt-welded joint under cyclic loading by experimental and finite element method. However, there are few studies on the influence of residual stress and its evolution of welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water with the method of numerical simulation.

In this paper, the method of numerical simulation is used to the study of residual stress and its release rules of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water. The relationship between residual stress and external load was established. The research results in this paper are of great significance to improve the safety and reliability of deep-sea structure.

2. Basic theories

2.1. Welding temperature field

Generally speaking, the temperature distribution of welding parts is a function of coordinates and time^[8], that is :

$$T = f(x, y, z, t), \quad (1)$$

Where x , y and z are spatial coordinates, and t is time coordinates.

During welding process, heat is transferred from the arc to the welded area, where it is used to melt the metal weld material. The heat is subsequently dissipated by convection and radiation, resulting in the cooling, solidification, and shrinking of the weld metal. Hence, prediction of the residual stress and deformation caused by the welding process requires the initial determination of the temperature field at the joint. The welding process is a nonlinear high-temperature transient heat transfer process and accords with the law of energy conservation and the Fourier theorem. The governing equation of the welding process temperature is as follows^[12]:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \bar{Q}, \quad (2)$$

Where x , y , and z denote the three dimensions of the rectangular coordinates of the welding; C is the specific heat capacity; ρ is the density of the material; t is the heat transfer time; T is the temperature field distribution function; λ is the thermal conductivity; and $\bar{Q}$ is the internal heat source intensity. Among these parameters, λ , ρ , and c vary with the temperature. Eq.(2) is a generalised equation and assessment of the welding temperature field requires both the specific boundary conditions and initial conditions.

2.2 Welding stress field

The welding residual stress is generated by the plastic deformation of the material during the welding process, mainly through the generation of a temperature field. In the thermal elastic-plastic analysis of the process, the finite element method is used to simulate the welding heat and thermal strain behaviour of the welded material to determine the welding thermal stress and strain. In the present study, the thermal elastic-plastic theory is used to analyse the stress fields with the method of numerical simulation. The constitutive relationship of the stress field is as follows :

$$d\sigma = Dd\varepsilon - CdT, \quad (3)$$

Where $d\sigma$ is the stress increment; D is the elastic matrix; $d\varepsilon$ is the strain increment; C is a vector of the material performance with respect to the temperature ; dT is the temperature increment.

3. Numerical simulation Study on initial residual stress of cone-cylinder pressure structure typical welded joints

3.1. Simulation method

A numerical simulation program of the welding residual stress with ANSYS APDL language which based on thermal elastic-plastic theory was carried out in this paper. Welding residual stress of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water before and after loading was numerically simulated through this program. In addition, a calculation and analysis method with combination of the given temperature method^[9-11] and the life and death element technology was used to analyze the welding residual stress before and after the welded joints of the cone-cylinder pressure structure were loaded.

3.2. Basic assumption

In this paper, only the influence of welding temperature field on the stress-strain field is considered in the numerical simulation of welding^[12-13], and the following assumptions are made:

- (1) The initial temperature of the test specimens is set as the ambient temperature.
- (2) The temperature of the welding pool is set as the initial temperature of the welding throat.
- (3) The inconsistency between the electrode material and the base material is ignored, and the change of material with temperature is isotropic. The results are subject to the Von Mises yield criterion.

3.3. Thermophysical and mechanical properties of materials

Typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water are selected as test models. The geometric dimensions are shown in Fig.3, and the relevant material parameters of the welded joint are shown in Table1 and Fig.1.

Table1 Mechanical properties of high strength steel

Temperature °C	Elasticity modulus MPa	Poisson's ratio	Thermal expansivity 1/°C	Heat conductivity W/(m·°C)	Density Kg/m ³	Specific heat J/(kg·°C)
25	1.96×10^5	0.3	1.2×10^{-5}	16.3	7800	450
500	1.4275×10^5	0.3	1.58×10^{-5}	16.3	7800	707
1000	0.7575×10^5	0.3	1.72×10^{-5}	16.3	7800	1370
1300	0.0425×10^5	0.3	1.86×10^{-5}	16.3	7800	6800

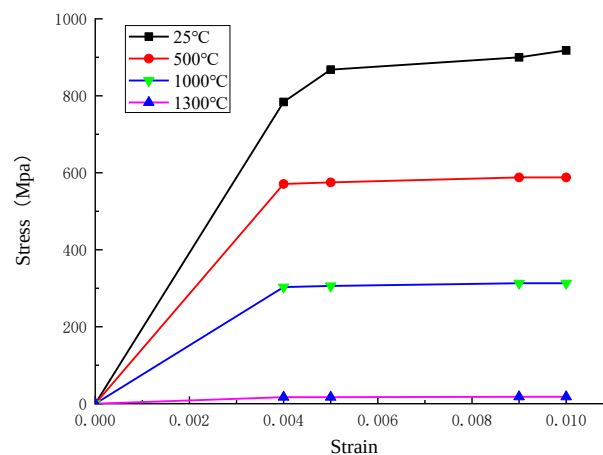


Fig. 1. Stress - strain relationship of welded joint material

3.4. Finite element model and boundary conditions

A typical welded joint of cone-cylinder pressure structure has two parallel weld seams (Fig 2-3). There is generally no mutual influence by reason of the welds are far apart from each other, therefore, in order to simplify the calculation and reduce computing effort without affecting the calculation accuracy, one of the welds is selected as the main research object (Fig.7) in this paper. The weld size is simplified into straight weld seam in the numerical simulation process. The weld size is 20mm×300mm×22mm. According to steel plate thickness and welding practice, the weld seam is double-sided X-shaped groove. The specific size of the model is shown in Fig.3. The direction of Y axis is set along the weld direction, and the direction of X axis is set perpendicular to the weld direction (Fig.7). The mesh at the weld seam is more denser, and the ambient temperature is set at 25°C; The heat release coefficient of convective load is set as 62.5W/(m²·°C) [14]. In the numerical simulation, the four corners of the model are fixed rigidly to prevent the rigid body displacement in the calculation process. The finite element model of typical welded joints of cone-cylinder structure of deep water is shown in Fig.7.

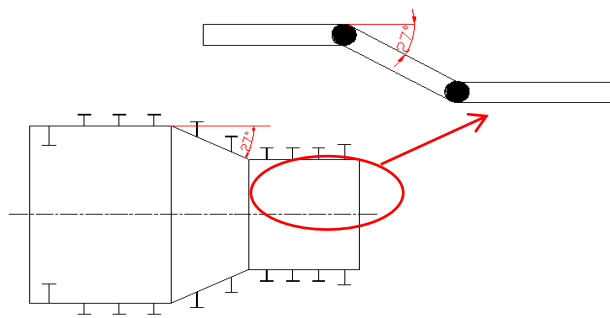


FIG. 2. SCHEMATIC OF CONE-CYLINDER PRESSURE STRUCTURE

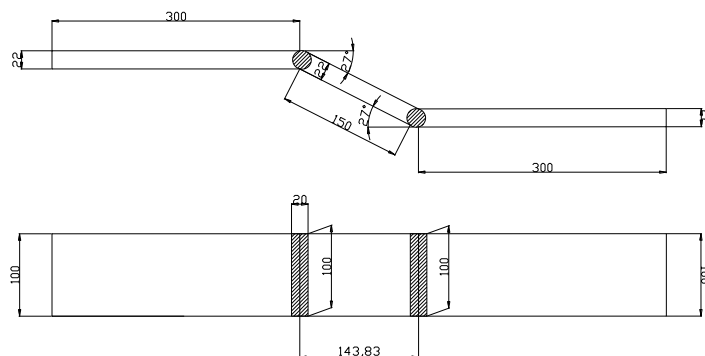


Fig. 3. Weldment size (Unit: mm)

3.5. Numerical simulation results

Fig.4 shows the distribution of temperature field of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water at a time. It could be seen from Fig.4 that the temperature of the weld center reaches the highest during the welding process of the joint. Fig.5(a) and Fig.5(b) respectively show the residual stress distribution of surfaces of convex and concave conical of typical welded joints. Fig.6 (a) and Fig.6(b) respectively show the numerical simulation results of initial residual stress on concave and convex cones along the path of plate wide center line (perpendicular to the weld line) of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water.

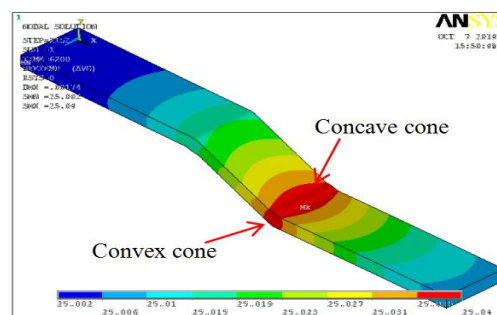
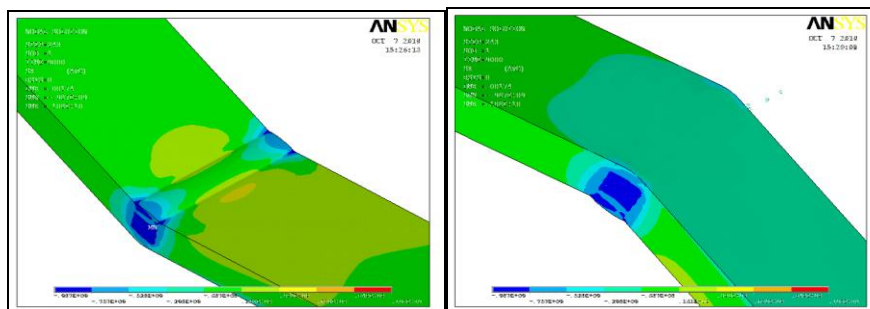


Fig.4. Welding temperature field at a certain time



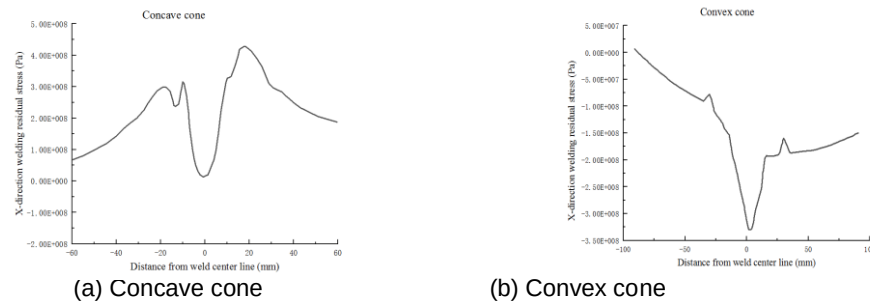


Fig.6. Distribution of initial residual stress in typical welded joints

It could be seen from Fig.5 and Fig.6 that :

(1) Near the heat-affected zone of weld seams on the surfaces of concave cone is the residual tensile stress with bimodal distribution. The residual tensile stress near the weld fusion line reaches its maximum value and be decreased rapidly as it is far away from the weld zone.

(2) There is a large residual compressive stress near the surface of the convex cone weld. With the distance from the weld, the residual compressive stress is decreased rapidly and presents a single peak distribution.

4. Numerical simulation Study on residual stress release of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water under external load

When the initial residual stress superimposed with the stress generated by external load on the structure exceeds the yield strength of the material, the residual stress would be released to different degrees^[15]. The transverse residual stress is the main factor determining the fatigue life of cone-cylinder pressure structure^[16,17]. Therefore, the transverse residual stress of cone-cylinder pressure of deep water structure is mainly studied in this paper.

4.1 Load and boundary conditions

One of the boundary condition $u_x = u_y = u_z = 0, \theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$ is loaded at the left side of the model, and the other of boundary condition $u_y = u_z = 0, \theta_x = \theta_z = 0, (u_x, u_y, u_z$ is the displacement along the axis of X, Y, and Z, $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ is the rotation around the axis of X, Y, and Z) is loaded at the right side of the model, and tensile loads is applied at the same time, as shown in Fig.7. The tensile loads of 9.38t 9.97t, 10.55t and 11.14t are selected during numerical simulation.

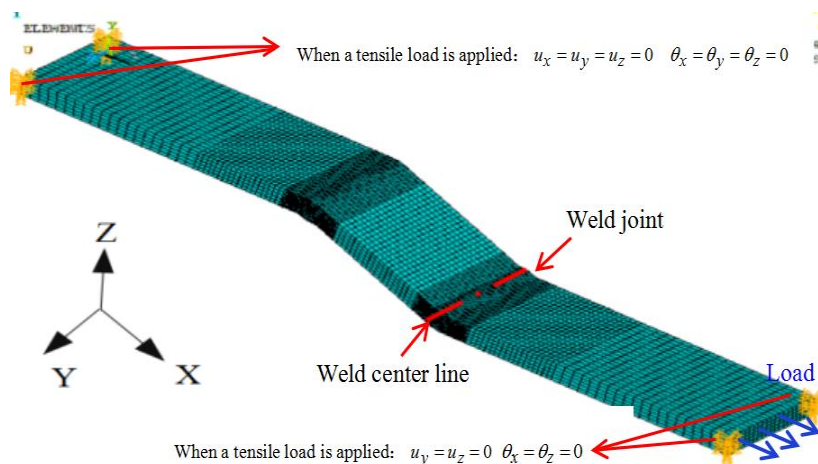


Fig.7. Finite element model and boundary conditions of typical welded joints

4.2 Influence of different load on residual stress release

Fig.8 and Table2 show the transverse (perpendicular to the weld) residual stress and its variation before and after the application of four types of tensile loads on the surface of concave cone of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water.

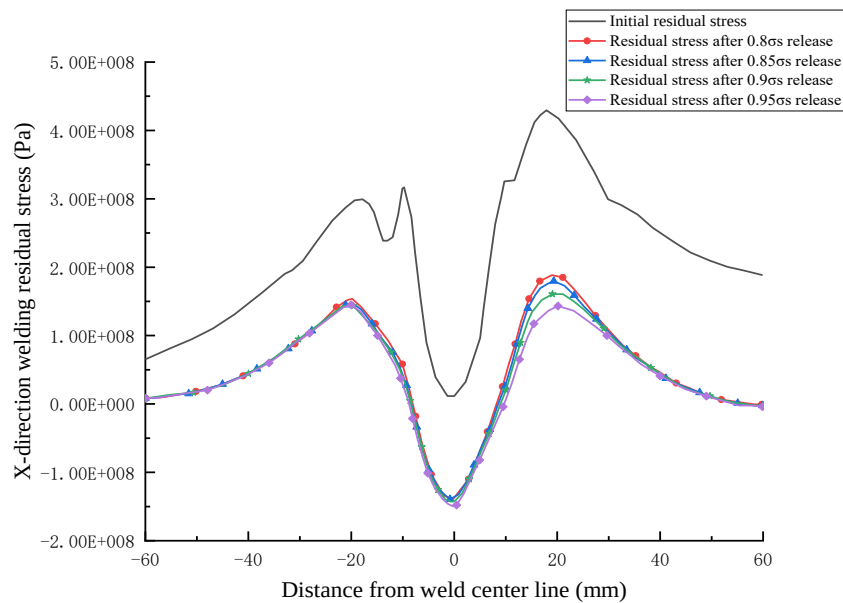


Fig.8. Residual stress on the surface of concave cone before and after the application of tensile load

Table2 Comparison of the maximum transverse residual stress before and after the application of tensile load at the weld of the surface of concave cone

Tensile load (t)	Initial residual stress(MPa)	Residual stress after release (MPa)	Release rate
9.38	429	194	54.7%
9.97		180	58.0%
10.55		164	61.7%
11.14		145	66.2%

It could be seen from Fig.8 and Table2 that typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water are :

After the tensile load unloaded , the residual stress is released, and the residual stress is significantly decreased, but the distribution trend is similar to that before the loading.

With the increase of tensile load, the release degree of residual stress gradually increases. After 11.14t of tensile load, the maximum welding residual stress at the welding seam on the surface of concave cone is decreased from 429MPa to 145MPa, and the release rate is 66.2%.

5. Conclusions

In this paper, the residual stress of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water and the release of the residual stress after the application of tensile load are analyzed with numerical simulation method. Through the research, the following main conclusions could be drawn:

- ① The residual tensile stress near the weld fusion line reaches its maximum value and be decreased rapidly as it is far away from the weld zone.
- ② External tensile load could cause partial release of residual stress to some extent, but the distribution trend of residual stress is basically unchanged. With the increase of external tensile load, the release degree of residual stress would increase gradually.

LIST OF SOURCES

- [1] Luo Y, Jiang W-C, Wan Y, Wanchuck Woo, Shan-Tung Tu. Effect of helix angle on residual stress in the spiral welded oil pipelines: Experimental and finite element modeling. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2018, 168: 233-245

- [2] Wan Y, Jiang W-C, Song M, Huang Y-L, Li J, Sun G-G, Shi Y, Zhai X-N, Ren L-C. Distribution and formation mechanism of residual stress in duplex stainless steel weld joint by neutron diffraction and electron backscatter diffraction. *Materials & Design*, 2019, 181(5): 108086.
- [3] Huang X-P, Cui W-C, Shi D-X. Calculation of fatigue-life of surface cracked high-strength steel weld plate subjected to combined of compressive and bending stress. [J]. *Mechanical strength*, 2002(03):413-416.
- [4] Li YJ., Wang J., Chen M.. Finite element analysis of residual stress in the welded zone of a high strength steel [J]. *Bull. Mater. Sci.*, 2004, 27(2): 127-132.
- [5] Jiang W-C, Chen W, Wanchuck Woo, Shan-Tung Tu, Vyacheslav Em. Effects of low-temperature transformation and transformation-induced plasticity on weld residual stresses: Numerical study and neutron diffraction measurement. *Materials & Design*, 2018, 147:65-79.
- [6] Zhang W-Y, Jiang W-C, Zhao X, Tu S-T. Fatigue life of a dissimilar welded joint considering the weld residual stress: experimental and finite element simulation. *International Journal of Fatigue*, 2018; 109: 182-190.
- [7] Xie X-F, Jiang W-C, Luo Y, Xu S-G, Gong J-M, Shan-Tung Tu. A model to predict the relaxation of weld residual stress by cyclic load: Experimental and finite element modeling. *International Journal of Fatigue*, 2017; 95: 293-301.
- [8] H. Murakawa, Y. Luo, Y. Ueda. Prediction of Welding Deformation and Residual Stresses by Elastic FEM Based on Inherent Strain Mechanism of Inherent Strain Production. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 1996, 34(12):217-228.
- [9] Cho JR, Lee BY, Moon YH, Van Tyne CJ. Investigation of residual stress and post weld heat treatment of multi-pass welds by finite element method and experiments. *Journal of materials processing technology*, 2004; 155: 1690-1695.
- [10] Liu C, Luo Y, Yang M, Fu Q. Effects of material hardening model and lumped-pass method on welding residual stress simulation of J-groove weld in nuclear RPV. *Engineering Computations*, 2016; 33(5): 1435-1450.
- [11] Liu C, Luo Y, Yang M, Fu Q. Three-dimensional finite element simulation of welding residual stress in RPV with two J-groove welds. *Welding in the World*, 2017; 61(1): 151-160.
- [12] Sun W-T, Wan Z-C. finite element analysis of residual stress in butt welding [J]. *Ship mechanics*, 2007, 11(1) : 94-101. (in Chinese)
- [13] Zhang X-F. Effects of residual stress on fatigue strength of deep-sea compression structures [D]. Zhenjiang: jiangsu university of science and technology, 2013.
- [14] Sun W-T, Wan Z-Q. Finite element analysis of butt- welding residual stresses. *Journal of Ship Mechanics*, 2007(01): 94-101.
- [15] Li L, Moan T, Zhang B. Residual stress shakedown in typical weld joints and its effect on fatigue of FPSOs[C]//International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. 2007, 42681: 193-201.
- [16] Zhu D-Q, Li L-B, Jiang W-J. Research on the residual stress of typical welded joints of pressure shell of conical column [J]. *Ship engineering*, 2014, 36 (04) : 74-77 + 103.
- [17] Zhang X-F. Effects of residual stress on fatigue strength of deep-sea compression structures [D]. Jiangsu university of science and technology, 2013.

NUMERICAL SIMULATION OF RESIDUAL STRESS OF THE Ti80 BUTT WELDED THICK PLATE

Suyu Zhang¹.-M.D, Kaixiang Sun².-M.D, Yucheng Sha³.-M.D

¹ Jiangsu University of science and technology

¹ Zhenjiang, Jiangsu 212003, China

¹395332349@qq.com.

Abstract. Titanium alloy is widely used due to its excellent properties. The safety and reliability of the structure of titanium alloy is affected by the welding characteristics of its materials during using, therefore, it is being paid more and more attention. At present, titanium alloy has become the preferred material for spherical pressure hull of manned deep submersible. The results of numerical simulation of the Ti80 butt welded thick plate show that the transverse residual tensile stress of the Ti80 butt welded thick plate present double peaks with asymmetric. The longitudinal residual tensile stress is relatively large. The internal transverse residual stress and vertical residual stress along the thickness direction of the weld are tensile stress near the upper and lower surfaces, and the transverse residual stress

is higher than the vertical residual stress. The tensile residual stress, compressive stress and the tensile residual stress is presented along the direction of plate thickness in sequence.

Keywords: Numerical simulation, Ti80, thick plate, residual stress

0. Introduction

With the continuous development of marine resources, titanium alloy has become the preferred material for spherical pressure hull of manned deep submersible due to its excellent properties, such as low density, high specific strength and good corrosion.^[1] The spherical pressure hull is generally made of two hemispheric shells welded together, and the residual stress is inevitable. The influence of residual stress on safety and reliability of spherical pressure hull should be studied.

Xu et al.^[1] carried out numerical simulation of the welding process of spherical pressure hulls, and the distribution of welding residual stress on the spherical shell after welding was obtained. Zhu^[2] simulated the welding residual stress of circumferential weld of the TC4ELI titanium alloy spherical pressure hull, and the results show that the tensile stress is mainly concentrated at the location of the circumferential weld of spherical shell and its vicinity. Liao et al.^[3] performed a numerical simulation of the residual stress in the three-dimensional welding of Ti75 titanium alloy thick plates. Wu et al.^[4] measured the residual stress of TA15 and TC4 titanium alloy thick plates with the use of the method of blind hole. Cai et al.^[5] tested 380mm×300 mm×51mm Ti80 thickness by local layer-by-layer and the method of blind hole. Lin et al.^[6-9] studied the welding residual stress of materials of the thick plates such as TC4 and Ti60 with a combination of blind hole method and numerical simulation.

1. Numerical simulation study on residual stress of the Ti80 butt welded thick plate

1.1 Finite element method for welding residual stress

1.1.1 Coordinate system and path

The upper surface of the Ti80 butt welded thick plate is set as the X-axis perpendicular to the center line of weld width, and goes through the origin point O is set as the Y-axis along the center line of the weld width, and is set as the Z-axis along the thickness of the plate, the upper surface is 15mm away from the side of the X-axis, which is set as path L15, as shown in Fig. 1.

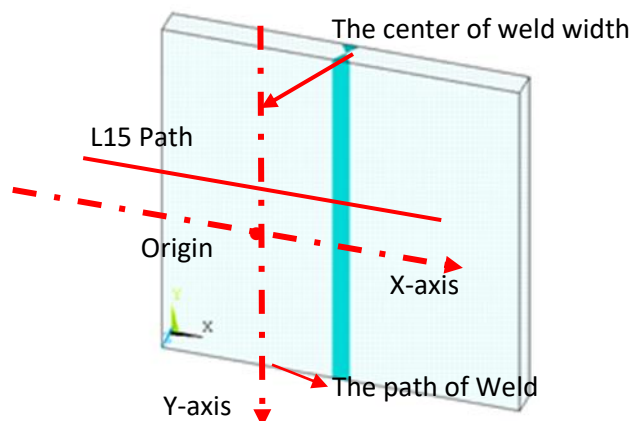


Fig. 1 Coordinate system and path

1.1.2 Welding temperature field

When the welding temperature field is analyzed with the use of the finite element method, it is assumed that the nodal temperature in a single element is linearly distributed in the space domain, and the first-order differential equations with constant coefficients of nodal temperature are derived with the method of the variational formula. In the time domain, it is transformed into the recursive formula of the linear algebraic equations of nodal temperature with the method of the finite difference method, and linear equations of nodal temperature are formed with the method of each element matrix is superimposed, and then the node temperature could be obtained. The method is as follows:

If the space domain is discretized, the shape function is denoted as $[T]$, and the temperature of the unit node is $\{T\}^e$, then the temperature of each node in each element could be expressed as:

$$T = [N]\{T\}^e \quad (2)$$

The heat source selects the birth-death element heat source model. The birth-death element heat source model simulates the filling of the weld with the use of the birth-death element method, and simulates the welding heat input with the method of a thermal load is applied to the model, in which the welding heat input is the heat transferred from the moving heat source of the welding arc to the unit welding length. Most of the moving heat sources of welding arc

are transferred to the base metal through the heat conduction of welding pool and the heat radiation of arc plasma high temperature gas. Therefore, it is necessary to adopt net welding heat input in order to study the mechanical properties of welding area accurately.

$$Q_{net} = \frac{\eta UI}{v} \quad (3)$$

Where: v is the welding speed, M / s .

1.1.3 Welding stress field

The analysis of welding stress field is based on the welding temperature field, when the welding heat source is applied, the welding thermal strain behavior is simulated with the method of the thermal elastic-plastic analysis through the finite element method of computer, so as to obtain the welding thermal stress and strain. The welding stress and deformation could be obtained accurately with the method of the thermal elastic-plastic analysis, and this method has been widely used. In this paper, the welding stress field was simulated based on the theory of thermal elastic-plastic analysis.

The essence of welding residual stress is that irreversible plastic deformation occurs during welding, and the stress-strain relationship of the material in the elastic-plastic state is as follows:

$$d\sigma = Dd\epsilon - CdT \quad (5)$$

Where $d\sigma$ is the stress increment; $d\epsilon$ is the strain increment; dT is the temperature increment; D is the elastic or elastoplastic matrix; C is the temperature-related vector.

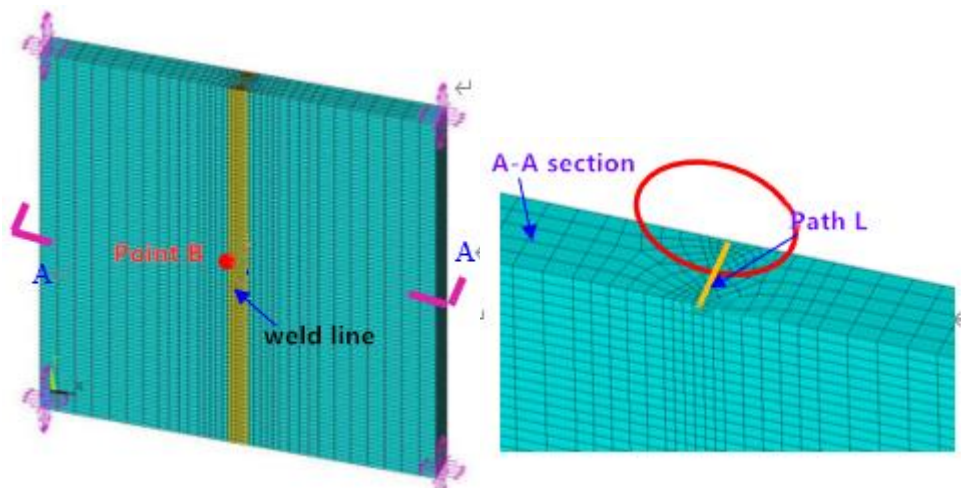
The welding stress field is solved with the use of the finite element method of thermal elastic-plastic stress analysis. The main process is as follows: Firstly, the welding structure is divided by finite element method; and based on the calculation of welding temperature field, and the temperature increment is applied step by step. Finally, the displacement increment of each node could be calculated according to Equation (6). The relationship between the strain increment and the node displacement increment in each element is as follows:

$$d\epsilon^e = Bd\delta^e \quad (6)$$

Then the stress increment could be obtained with the method of the stress-strain relation of formula (5), thus the welding stress field could be obtained.

1.2 Finite element model for thermodynamic analysis of the Ti80 butt welded thick plate

The model of this research object is the Ti80 butt welded thick plate. The finite element model of welding thermodynamics analysis is shown in Fig. 2. The mesh is denser near the weld and with the increase of the distance away from the weld, the mesh gradually becomes thinner.



(a) Finite element model of thick plate (b) Path L on section A-A

Fig. 2 Finite element model of Ti80 butt welded thick plate

1.3 Material properties of the Ti80 butt welded thick plate

The yield strength of Ti80 material at room temperature is 800MPa, and other thermal-physical properties and stress-strain changes with temperature are shown in Table. 1 and Fig. 3:

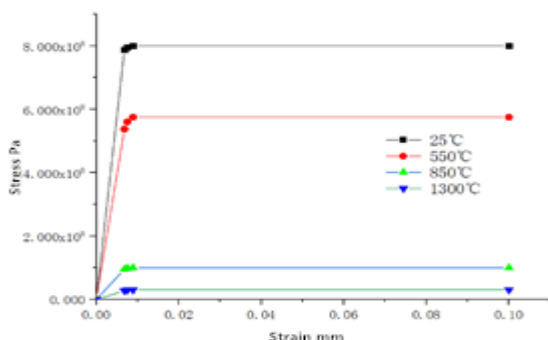
Temperature $T/^{\circ}\text{C}$	Elastic modulus E/MPa	Poisson's ratio	Coefficient of thermal expansion $K/(1/^{\circ}\text{C})$	Heat transfer coefficient $\lambda/(\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}))$	Specific heat $C/(\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	Density $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$
25	1.16E+5	0.3	1.0E-5	10	611	4530
550	0.79E+5	0.3	0.93E-5	15.8	691	4530
850	0.14E+5	0.3	0.90E-5	22.8	730	4530
1300	0.04E+5	0.3	0.898E-5	26.4	775	4530

Tab. 1
Mechanical properties of Ti80 steel

Fig. 3
The curve of stress and strain for the Ti80 steel under different temperatures

1.4 Analysis of Residual Stress of the Ti80 Butt Welded Thick Plate

Based on APDL language of ANSYS, the numerical simulation program of the residual stress of the Ti80 butt welded thick plate was developed in this paper. The calculation results of welding temperature field of the Ti80 butt welded thick plate are obtained with the methods of the given temperature and the technology of birth-death element. The residual stress distribution of Ti80 butt welded thick plate is obtained through the gap method.



(1) Analysis of temperature field

Fig. 4 shows the welding temperature distribution at point B (Fig. 2) at different times of the weld of the Ti80 butt welded thick plate.

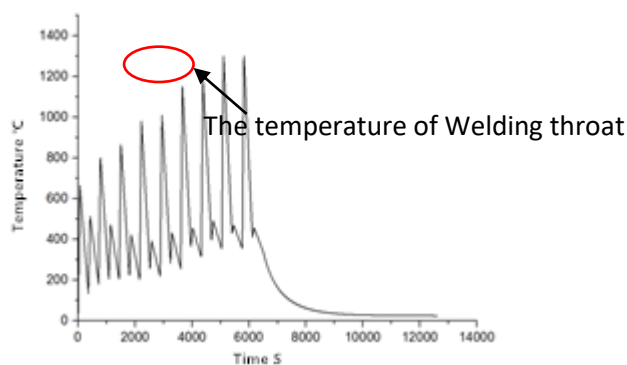


Fig. 4 Temperature variation near by the welding area

It could be seen from Fig. 4 that the maximum temperature of point B is around 1300°C, and the maximum temperature is reached twice.

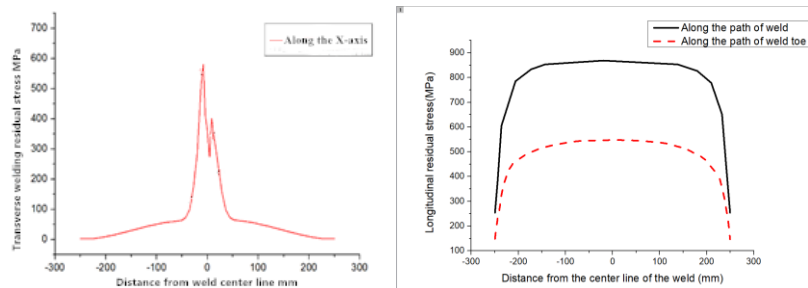
The last bead of weld on the surface of the thick plate is welded in two successively during welding. Therefore, when the last bead is welded, the heat source is very close to Point B, therefore, the temperature at point B increases accordingly. Then, the heat source was moved to the lower surface in order to weld, the temperature at Point B would decrease. Then, when the heat source was moved to the surface again, the temperature at point B would also increase

and reach the maximum temperature again. Therefore, there are two maximum temperature values in Fig. 4, and they are finally cooled to room temperature, which is consistent with the actual welding situation.

(2) Analysis of residual stress field

a) Surface welding residual stress

Fig. 5 shows the transverse welding residual stress on the X-axis, and the longitudinal welding residual stress on the Y-axis, and the path of weld toe on the upper surface of the butt welded plate.



(a) Transverse welding residual stress on X-axis (b) Longitudinal welding residual stress on weld toe and Y-axis

Fig. 5 Transverse welding residual stress on X-axis

It could be seen from Fig. 5 that:

1) The numerical simulation result of the transverse residual stress on the X-axis is tensile stress, which is an asymmetric bimodal distribution. The maximum peak appears near the left welding toe of the thick plate, and the maximum residual tensile stress is about 580MPa. The error of numerical simulation is about 10%;

2) The numerical simulation result of the longitudinal welding residual stress on the weld toe is tensile stress, The maximum residual tensile stress is about 550MPa, and the error value is also about 10%;

3) On the Y-axis, the longitudinal residual stress is the tensile stress near the yield strength of the material. The width of the weld is 25mm, and the high heat input leads to greater residual stress. However, the weld width of the titanium alloy thick plate model is not more than 10mm, it means the heat input is less, and the longitudinal residual stress along the weld is also relatively high, which is close to the yield strength of the material basically. Therefore, it is recommended that the titanium thick alloy plate could be welded with a narrow gap to reduce the residual stress near the weld.

b) Internal welding residual stress

Let L be the path along the thickness direction (Z direction) at the center of weld width of section A-A, as shown in Fig. 2. Fig. 6 shows the numerical simulation distribution of transverse residual stress and vertical welding residual stress on the L path inside the thick plate (Fig. 2).

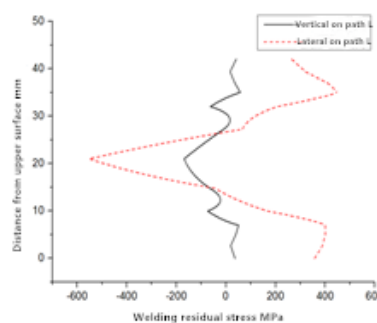


Fig. 6 The inside welding residual stress along L path

It could be seen from Fig. 6 that on path L:

1) The transverse welding residual stress is tensile stress near the surface and reaches its maximum value about 7mm away from the upper and lower surface, which is about 400MPa. However, there is a large residual compressive stress at the center of the plate, and the distribution of residual stress along the thickness direction from the upper surface to the lower surface is in the trend of tension-compression-tension.

2) The vertical welding residual stress near the surface is a small tensile stress, and the central part of the plate also has a certain residual compressive stress. The welding residual stress along the thickness direction of the plate is also distributed in tension-compression-tension from the upper surface to the lower surface.

2. Summary

On the vertical weld path of the outer shell: the longitudinal residual stress near the weld is tensile stress, while the transverse residual stress is compressive stress; and on the vertical weld path of the inner shell near the weld: the longitudinal residual tensile stress is greater than the transverse residual tensile stress, and the longitudinal residual stress has a larger peak; and the longitudinal residual stress of the outer shell along the weld path is tensile stress, and the transverse residual stress is compressive stress. The longitudinal and transverse residual stresses of the inner shell along the weld path are both tensile stress, and the longitudinal residual tensile stress is greater than the transverse residual tensile stress, and the maximum longitudinal residual tensile stress is near the yield strength of the material.

In conclusion, the results of research on residual stress of the Ti80 butt welded thick plate could be used as the theoretical basis for the research on the welding residual stress of titanium alloy.

Acknowledgements: This work has been supported by Professor Jiang Chuanhai from the School of Materials Science and Engineering of Shanghai Jiaotong University. The author of this article expresses sincere thanks to the above units and individuals.

LIST OF SOURCES

- [1] Xu Lei, Huang Xiaoping, Wang Fang. Effect of welding residual stress on the bearing capacity of pressure spherical shell of deep submersibles [J]. Ship mechanics, 2017,21 (7): 864-872
- [2] Song Qingjun. EBW quality control and spherical shell deformation prediction of tc4eli titanium alloy with large thickness [D]. Harbin Institute of technology, 2015
- [3] Liao Zhiqian, Liu Xilin, Zhou Chuan, Zhang Jianxin. Numerical simulation of three-dimensional stress in a large-thick titanium alloy plate with a narrow gap welded joint. [J]. China Nonferrous Metals. 2010, 20(S1):393-398.
- [4] Zhang Jianxin, Wang Dequan, Liu Xilin, Li Xin, Guo Hongtao. Three-dimensional stress test of welded joints of titanium alloy thick plates[J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2010, 20(1): 833-837.
- [5] Cai Hongneng, Li Wangnan, Han Chengxue. Residual stress test of welded joint of titanium alloy thick plate[J]. Welded Pipe, 2018, 41(11): 1-5+11.
- [6] Jian Lin, Ninshu Ma, Xin Liu, Yongping Lei. Modification of residual stress distribution in welded joint of titanium alloy with multi electron beam heating. Journal of Materials Processing Tech.2020,278.
- [7] Denlinger Erik R.. Residual Stress and Distortion Modeling of Electron Beam Direct Manufacturing Ti-6Al-4V. Thermo-Mechanical Modeling of Additive Manufacturing, 2018:153-166.
- [8] Li Yanjun, Zhao Yue, Wu Aiping, Zhu Ruican, Wang Guoqing. Numerical Simulation for Full-Penetration Electron Welding of Ti2Al BeamNb. Rare Metal Materials and Engineering, 2017,46(5):1341-1345.
- [9] Hu Mei-Juan, Liu Jin-He. Numerical simulation for electron beam welding of 12 mm-thickness titanium alloy plate .Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2007,17(10): 1622-1626.

Секція. 8.

ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

УДК 621.314.58

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПОСЛІДОВНО-РЕЗОНАНСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ З ЧИСЛО-ІМПУЛЬСНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ

Павлов Г.В.¹, д.т.н., професор, Покровський М.В.², к.т.н., Вінниченко І.Л.³, к.т.н.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

М. Миколаїв, Україна

¹ pavlov.gv.nuk@gmail.com, ² variable@inbox.ru, ³ i.l.vinnychenko@gmail.com

Анотація. Проведено моделювання роботи послідовно-резонансного перетворювача постійного струму з число-імпульсним керуванням за допомогою пакета прикладних програм TCAD. Для порівняльного аналізу побудовано часові діаграми резонансного струму, отримані в результаті моделювання та на базі математичної моделі перетворювача. Побудовані також часові діаграми резонансного струму і напруги на резонансній ємності при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли.

Ключові слова: перетворювачі постійного струму, резонансний контур, число-імпульсне регулювання.

Використання резонансних інверторів у складі напівпровідникових перетворювачів дозволяє забезпечити такі переваги як: поліпшення траєкторій включення і виключення силових ключів перетворювача; поліпшення ЕМС шляхом формування кусково-синусоїдального струму в силовій частині перетворювача; формування різних зовнішніх характеристик, що задаються схемними рішеннями або алгоритмами комутації силових ключів без зміни силової частини перетворювача [1-2].

Силову частину послідовно-резонансного перетворювача (ПРП), що перетворює постійний струм в постійний можна уявити як двомостовий перетворювач, роль резонансного інвертора в якому виконують міст M_1 і послідовно-резонансний контур, а роль випрямляча – міст M_2 (рис. 1). Послідовно-резонансний контур складається з елементів L_r , C_r , R_r , де опір R_r представляє активні втрати резонансного контуру та ключів комутаційних мостів M_1 і M_2 . Вихідний фільтр перетворювача представлено ємністю C_f . Як правило, постійна часу фільтра ПРП є значно більшою за постійну часу резонансного контуру. Згідно з теоремою компенсації коло навантаження можна замінити еквівалентним джерелом напруги U_{out} . Це дає можливість досліджувати залежності процесів в ПРП від величин вхідної U_s та вихідної U_{out} напруг.

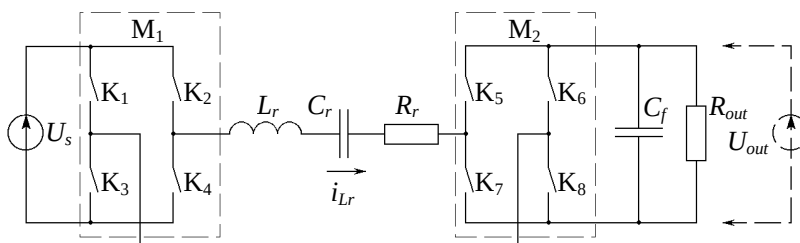


Рис. 4.1. Силова частина послідовно-резонансного перетворювача постійного струму

Спосіб число-імпульсного управління вихідними параметрами ПРП забезпечує комутацію ключів тільки при нульових значеннях резонансного струму, що обумовлює мінімальні комутаційні втрати. Для забезпечення цього силові ключі резонансного перетворювача повинні проводити струм протягом цілого числа

напівперіодів резонансних коливань. Тоді при регулюванні можливо управління енергообміном між джерелом живлення, резонансним контуром і навантаженням шляхом чергування трьох елементарних алгоритмів комутації ключів або фаз перетворення. При першому алгоритмі комутації енергія передається від джерела живлення через інвертор (фаза прямої передачі енергії F_r), при другому – джерело живлення не бере участь в енергообміні (фаза розсіювання енергії D_s), при третьому – енергія надходить в джерело живлення (фаза зворотної передачі енергії R_v). Зміна фаз повинна відбуватися синхронно з переходами резонансного струму через нуль [3].

Для визначення ефективності розбиття основного циклу перетворення на кілька малих циклів здійснено моделювання процесів в силовій частині прп за допомогою пакета прикладних програм *tcad* 6.2. На рис. 2 представлено модель прп з наступними параметрами: $L_r = 128$ мкГн; $C_r = 19,8$ нФ; $C_f = 1000$ мкФ; $r_{out} = 30$ ом; $U_s = 300$ в.

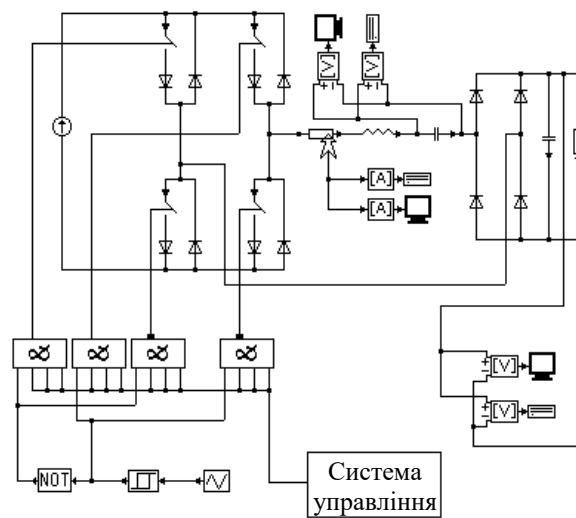


Рис. 2. Модель прп з число-імпульсним регулюванням

На рис. 3 наведено часові діаграми резонансного струму (рис. 3, а) і напруги на резонансній ємності (рис. 3, б) без розбиття основного циклу перетворення на малі цикли. Струм і напруга наведені в відносних одиницях:

$$u_{Cr}^* = \frac{u_{Cr}}{U_s}; i_{Lr}^* = \frac{i_{Lr} \cdot \rho}{U_s}.$$

Моделювання роботи прп проведено для кількості імпульсів прямої фази $n_r = 13$ і загальної кількості керуючих імпульсів $n = 24$ за весь період перетворення.

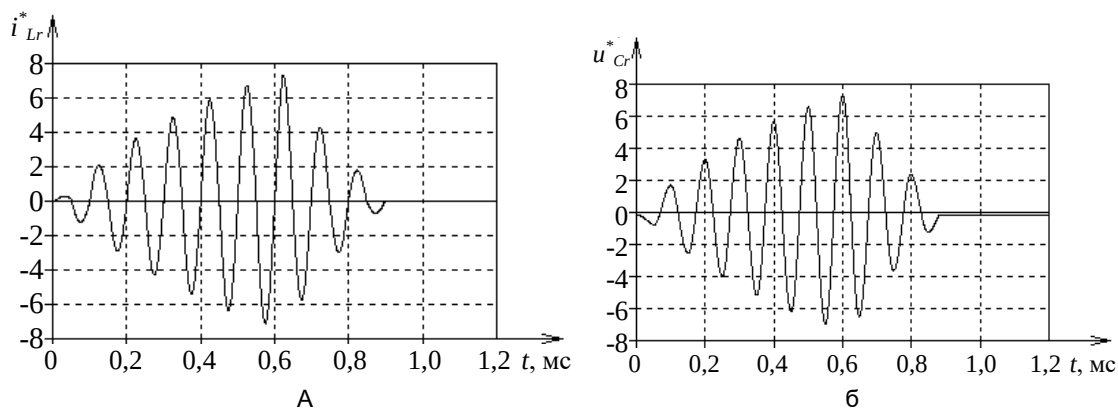


Рис. 3. Часові діаграми резонансного струму і напруги на резонансній ємності при використанні основного циклу перетворення

На рис. 4 наведено часову діаграму резонансного струму, яку отримано за допомогою рівнянь стану силової схеми прп.

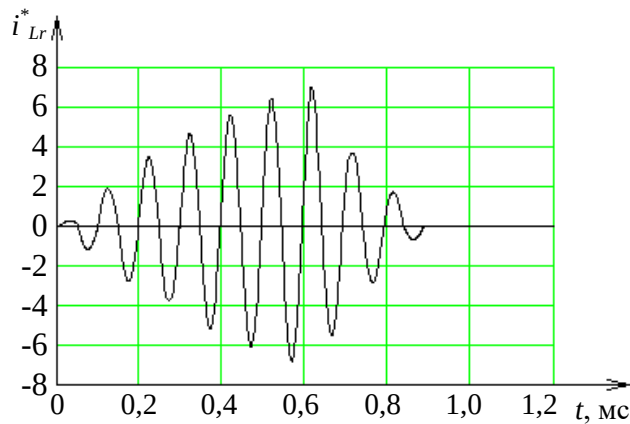


Рис. 4. Часова діаграма резонансного струму, яку отримано за допомогою рівнянь стану [4] силової схеми прп

Для поліпшення умов роботи основний цикл перетворення розбито на 6 малих циклів з наступною кількістю імпульсів протягом зазначених фаз: $n_{fri} + n_{dsi} = 4$, $n_{fr1} = n_{fr3} = n_{fr5} = 3$, $n_{fr2} = n_{fr4} = n_{fr6} = 2$. На рис. 5 наведені часові діаграми резонансного струму (рис. 5, а) і напруги на резонансній ємності (рис. 5, б) при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли.

Отримані часові діаграми показують, що при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли істотно (в 2 рази) зменшуються максимальні значення резонансного струму і напруги на резонансній ємності. На рис. 3 можна відзначити інтервал часу, на якому резонансні коливання припиняються до закінчення основного циклу перетворення, що вказує на роботу в зоні переривчастих струмів. При розбитті основного циклу перетворення на малі цикли зона переривчастих струмів зменшується і, як видно з рис. 5, прп працює в зоні безперервних струмів.

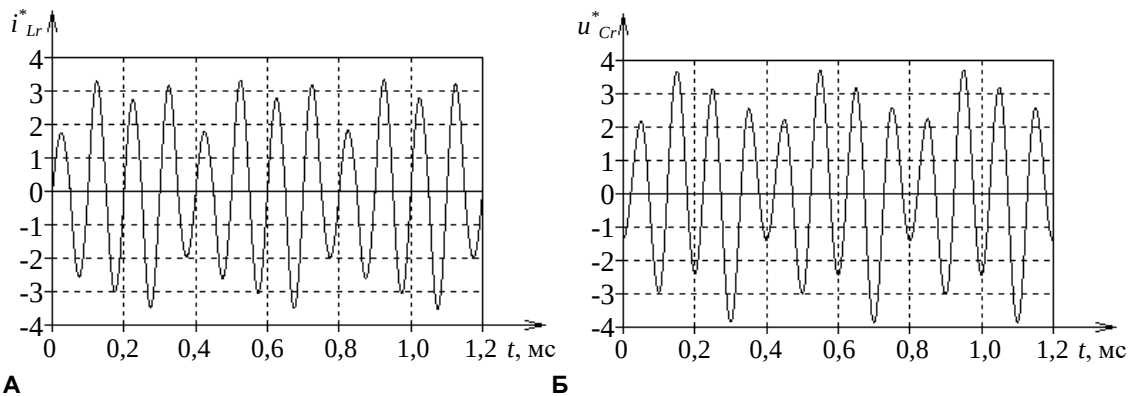


Рис. 5. Часові діаграми резонансного струму і напруги на резонансній ємності при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли

Огинаюча резонансного струму на рис. 3 містить гармоніку з частотою $1/(ntr)$, а огинаюча резонансного струму на рис. 5 – гармоніки з частотами $1/((n_{fri} + n_{dsi})tr)$. Оскільки $n_{fri} + n_{dsi} < n$, то гармоніки огинаючої резонансного струму при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли придушуються вихідним фільтром ефективніше, ніж гармоніка огинаючої резонансного струму без розбиття основного циклу перетворення.

Таким чином, моделювання процесів в силовій частині прп постійної напруги з число-імпульсним регулюванням доводить, що створена модель силової частини прп адекватна. Крім цього моделювання показує ефективність запропонованого способу розбиття основного циклу перетворення

на малі цикли, який дозволяє істотно зменшити максимальні значення резонансного струму і напруги, знизити пульсації огинаючої струму в резонансному контурі і, відповідно, вихідної напруги.

REFERENCES

- [1] Bose B. Modern power electronics and AC drives. Prentice-Hall Inc., 2002. 738 p.
- [2] Браун, М. Источники питания. Расчет и конструирование. Киев: «МК-Пресс», 2007. 288 с.
- [3] Павлов Г.В., Обрубов А.В., Покровский М.В. Особенности энергообмена в последовательно-резонансных преобразователях. Технічна електродинаміка, 1999, №6. С. 20-24.
- [4] Павлов Г. В., Обрубов А.В., Покровский М.В., Никитина Е.В. Математическая модель последовательно-параллельного резонансного преобразователя с фазовым регулированием. Технічна електродинаміка. Тематичний випуск "Проблеми сучасної електротехніки", Алушта: ІЕД НАНУ. Ч.ІІ, 2007, С. 10-15.

Hennadii Pavlov, Mykhailo Pokrovskiy, Iryna Vinnychenko

Simulation of series-resonant dc converter with pulse-number control operation

Abstract. The operation of a series-resonant DC converter with pulse-number control is simulated using the TCAD application package. For comparative analysis, time diagrams of resonant current obtained as a result of modeling and on the basis of a mathematical model of the converter are constructed. Time diagrams of resonant current and voltage on the resonant capacitance in case of breaking the main conversion cycle into small cycles are also constructed.

Keywords: DC converters, resonant circuit, pulse-number regulation.

УДК 681.05

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ МОРСЬКИХ АПАРАТІВ І СИСТЕМ

Бабкін Георгій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри

gvbabkin@gmail.com, ORCID: [0000-0001-6303-0993](https://orcid.org/0000-0001-6303-0993)

Костенко Дмитро Валерійович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри

dmytro.kostenko@nuos.edu.ua ORCID: [0000-0002-1164-3066](https://orcid.org/0000-0002-1164-3066)

Анотація. Розглянуто основні проблеми морської діяльності держави, які потребують застосування безекіпажних морських апаратів і систем. Показана актуальність розробки теоретичних основ проектування і створення таких систем. Сформульовано ряд науково-дослідних і організаційно-технічних заходів. Обґрунтовано перелік безекіпажних морських апаратів і систем для експлуатації на вітчизняних акваторіях.

Ключові слова: безекіпажні морські апарати, теоретичні основи проектування, організація виробництва.

Вступна частина.

Сучасні види діяльності у територіальних водах України вимагають створення адекватних технічних засобів для їх реалізації і, в першу чергу, безекіпажних морських систем. Доступ до моря для України, як одного з провідних у світі виробників продовольства, має важливе значення, з точки зору комунікації із зовнішнім світом, експорту та імпорту, розвитку національної економіки і безпеки в цілому. У відповідності до нової Військової Доктрини України та інших державних документів, на Держприкордонслужбу України та інші державні структури покладається завдання щодо захисту країни від терористичних загроз в Чорному і Азовському морях, забезпечення контролю морської обстановки в прибережних водах і забезпечення національних інтересів в межах виключної економічної зони [1].

З огляду на вимоги часу, Україна має швидко відновити і збалансувати можливості національних ВМС шляхом побудови надводного транспортного флоту, розвитку систем спостереження за надводною та підводною обстановкою, підготовки та комплексного забезпечення військ, із врахуванням передового досвіду та практик провідних морських країн світу [2, 3].

Таким чином, одним з напрямків такої діяльності має стати розробка і створення сучасних безекіпажних морських апаратів і систем (БМАС), призначених для висвітлення морської обстановки в Азово-Чорноморському регіоні та побудова на їх основі вискоєфективних технологій роботизованих морських робіт.

Основна частина.

На теперішній час, оснащення організацій України засобами БМАС знаходиться на початковій стадії і вимагає розробки низки науково-дослідних та організаційно-технічних заходів, зокрема [4]:

- розробки концепції створення БМАС для вирішення задач в інтересах організацій України;
- розробки проектів керівних документів щодо пошуково-рятувального, природоохоронного, протимінного та антитерористичного забезпечення для вітчизняних організацій України, які б передбачали застосування БМАС;
- розробки проектів керівних документів щодо операторів БМАС, технічного обслуговування апаратів та допущення їх до виконання завдань за призначенням;
- розробки методів проведення підводно-пошукових та підводно-технічних робіт у складних умовах з застосуванням БМАС;
- розробки пропозицій щодо створення сучасних зразків БМАС для забезпечення функціонування єдиної системи висвітлення морської (надводної, підводної та повітряної) обстановки на морі;
- розробки проектів технічних завдань на виконання аванпроектів, дослідно-конструкторських робіт щодо створення сучасних зразків БМАС для організацій України;
- аналізу можливостей підприємств і організацій України щодо розробки та створення БМАС та її складових;
- розробки пропозицій щодо кооперації зусиль, наукових досліджень по розробці та створенню БМАС для морських організацій України;
- розробки пропозицій щодо створення базових моделей БМАС;
- розробки пропозицій щодо створення автоматизованих систем групового керування БМАС;
- розробки програми створення БМАС в інтересах вітчизняних організацій, які ведуть виробничу діяльність на морі.

Відомо, що основними сферами застосування БМАС є участь у наступних морських операціях [5]:

- наукові дослідження водних акваторій (гідрофізика, гідрохімія, екологія, археологія);
- виробничі та інспекційні роботи на надводних та підводних об'єктах морської інфраструктури;
- ведення надводної та підводної розвідки мінеральних ресурсів на акваторіях Азовського і Чорного морів;
- пошукові та аварійно-рятувальні роботи на морі;
- висвітлення оперативної обстановки на морських акваторіях, включаючи підводну, надводну та повітряну обстановку на визначених акваторіях територіального моря України;
- ведення протимінної та антитерористичної боротьби на морі;
- надання допомоги кораблям Морської охорони Держприкордонслужби України.

Виходячи з завдань, які сьогодні стоять перед організаціями України, доцільним є створення наступних видів БМАС широкого призначення для оперативної діяльності на Азово-Чорноморському басейні [5]:

- самохідних автономних підводних апаратів – для наукових досліджень морських акваторій, висвітлення підводної обстановки на захищених акваторіях (морських та річкових водних транспортних шляхах, фарватерах та портах), для антитерористичних задач;
- донних підводних апаратів (ДПА, в англійській літературі – Bottomed Underwater Vehicle, BUV) – для наукових досліджень морського середовища та для висвітлення підводної обстановки на контрольованих акваторіях;
- несамохідні опускні (прив'язні) підводні апарати (ОПА) – для взяття проб води і ґрунту, відеообстеження донної поверхні та підводних об'єктів;
- буксируваних підводних апаратів і систем (БПА, в англійській літературі – Towed Underwater Vehicle, TUV) – для обстеження донної поверхні та водної товщі на великих за площею акваторіях з високою продуктивністю, для створення цифрових карт донної поверхні та виявлених на ній підводних об'єктів;
- самохідних прив'язних підводних апаратів – для виконання науково-дослідних, інспекційних, пошукових, аварійно-рятувальних, протимінних, протидиверсійних та антитерористичних морських операцій;
- малорозмірних безкіпажних надводних суден – для оперативного природоохоронного моніторингу морської обстановки, контролю доступу на захищені акваторії, висвітлення надводної та підводної обстановки та її цифрового картографування, а також для розв'язку антитерористичних задач;
- малорозмірних гібридних (надводно-підводних) суден (МГС, в англійській літературі – Hybrid Unmanned Surface Vehicles, HSV) – для оперативного висвітлення надводної та підводної обстановки та її цифрового картографування, а також для розв'язку антитерористичних задач.

Перелік видів БМАС широкого призначення для моніторингу акваторій Азово-Чорноморського басейну наведено на рис. 1 [6].

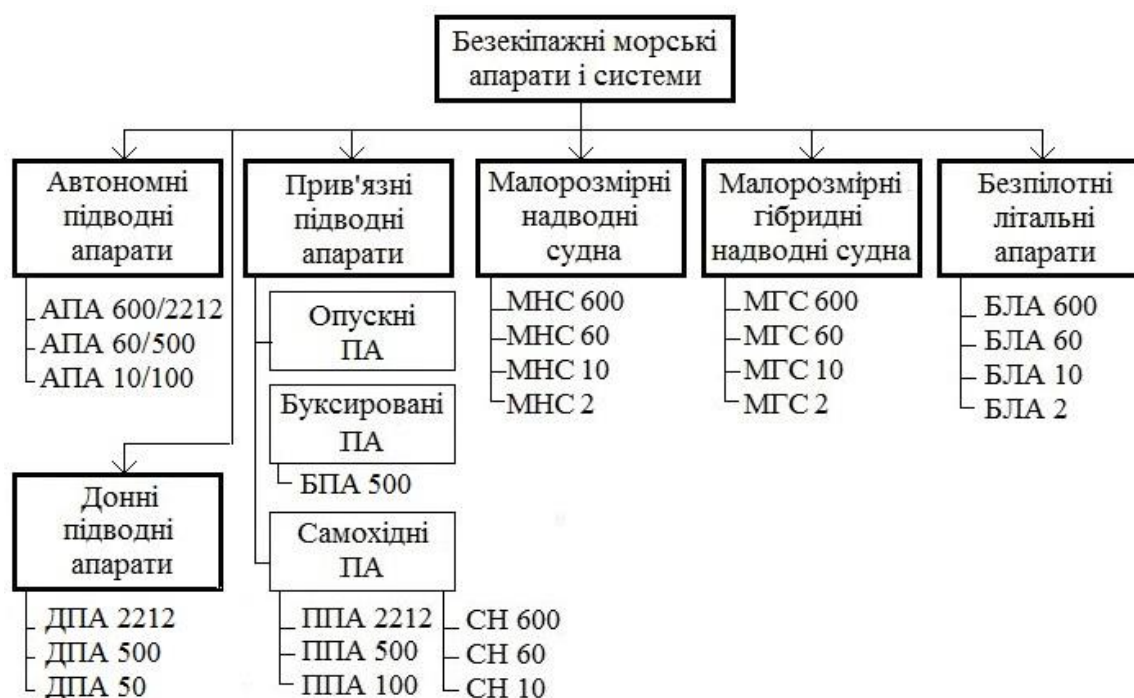


Рис. 1.10. Перелік видів БМАС для діяльності на Азово-Чорноморському басейні

На рисунку скороченням СН позначені судна-носії ППА, що мають забезпечити доставку ППА у заданий район моря, а цифрові характеристики на рисунку мають наступні значення: чисельник – дальність ходу у морських милях; знаменник – робоча глибина занурення для підводних видів БМАС.

Автономні підводні апарати доцільно використовувати для довготривалих дослідницьких і пошукових підводних місій, а також для спеціальних операцій.

Прив'язні підводні апарати доцільно використовувати для високопродуктивного пошуку підводних цілей (БПА – для оперативного виконання обстежень донної поверхні на великих за площею акваторіях, ППА – для допощуку і обстеження підводних об'єктів у реальному часі, виконання технічних робіт під водою за допомогою націпних інструментів і приладів – маніпуляторів, різаків тощо) [7, 8].

Малорозмірні надводні судна (катери) доцільно використовувати для оперативного висвітлення морської обстановки на власних акваторіях.

Малорозмірні гібридні (надводно-підводні) судна є відносно новим і перспективним видом морської техніки для проведення спецоперацій на захищених акваторіях, технічні вимоги до них наразі розробляються.

Безпілотні літальні апарати (малорозмірні літаки, гелікоптери) доцільно використовувати для ведення повітряного обстеження акваторій і пошукових робіт на морі з застосуванням з приморських баз та з борту суден, які виконують завдання на морі [9].

Розробка наукових основ створення БМАС, які комплексно вирішують завдання моніторингу підводної, надводної та повітряної обстановки у виключній (морській) економічній зоні, територіальному морі та внутрішніх водах України, утворить теоретичне підґрунтя для інтеграції зусиль вітчизняних науковців та проектувальників на розв'язок завдання створення вітчизняних БМАС як завдання загальнодержавного значення [10].

До основних задач створення БМАС віднесемо [11]:

- розробку концепції єдиної системи дослідження та моніторингу підводного, надводного та повітряного середовища у територіальних водах України з автоматизованим та автоматичним керуванням;
- розробку теоретичних основ проектування надводної, підводної та авіаційної складових БМАС як елементів єдиного комплексу, призначених для моніторингу морської обстановки;
- розробку основ теорії автоматизованого та автоматичного керування у реальному часі багатоцільовим морським безкіпанім апаратом;
- розробку прикладних інженерних методик синтезу узагальнених структур систем автоматизованого та автоматичного керування БМАС та законів керування автономним рухом АПА, ППА, МНС та БЛА в умовах невизначеності зовнішніх збурень та нестаціонарності просторових характеристик виявлених морських рухомих об'єктів;

– удосконалення технології комп'ютерного моделювання та дослідження процесів керування автономним та груповим узгодженим рухом підводної, надводної та авіаційної компонент БМАС в умовах невизначеності зовнішніх збурень та нестаціонарності просторових характеристик виявлених морських рухомих об'єктів;

– створення діючих макетів складових БМАС у складі малорозмірних підводного, надводного і літального апаратів з дослідним зразком системи автоматизованого та автоматичного керування;

– створення та лабораторні і морські натурні випробування дослідних зразків складових БМАС;

– розробку навчального обладнання для підготовки операторів БМАС.

Впровадження БМАС у морську практику дасть змогу скоротити рівень капітальних витрат та підвищити ефективність морських робіт за рахунок впровадження безлюдних технологій та застосування режимів автоматизованого й автоматичного керування і забезпечить суттєві переваги у порівнянні з традиційними (пілотованими) морськими технологіями, зокрема:

– повну відсутність ризику для життя людини;

– низьку залежність від гідрокліматичних умов району застосування;

– низькі експлуатаційні витрати;

– високий рівень оперативності і достовірності інформації про морське середовище.

Це дає змогу ставити на порядок денний питання щодо започаткування галузевої програми розробки і створення БМАС в інтересах організацій України та інших міністерств України, які проводять активну виробничу діяльність на морі.

Крім того, такий вид науково ємної продукції може мати успіх на зовнішньому ринку і бути джерелом валютних надходжень для бюджету України.

Висновки

1. Показано актуальність розробки теоретичних основ проектування та створення БМАС в інтересах організацій України, зокрема, для ВМС ЗС України.

2. Сформульовано низку науково-дослідних та організаційно-технічних заходів, які необхідно реалізувати для започаткування в Україні промислового виробництва БМАС.

3. Обґрунтовано перелік основних видів БМАС широкого призначення, першочергово необхідних для оснащення силових структур України, які проводять оперативну діяльність на акваторіях Азово-Чорноморському басейну.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Воєнна доктрина України. Затверджено Указом Президент України від 24 вересня 2015 року № 555/2015.

2. Матеріали Першої Міжнародної конференції з морської безпеки. Київ, 28 листопада 2017 року.

3. Rowinski, L. Pojazdy glebinowe. Budowa i wyposazenie [Text] / L. Rowinski. – Gdansk: Przedsiębiorstwo Prywatne "WiB", 2008. – 593 p.

4. Управління успішними проектами створення складної техніки : Монографія / Г. В. Бабкін, В. С. Блінцов, Є. А. Дружинін, С. Г. Кійко, Н. Р. Книрик, К. В. Кошкін, Д. М. Крицький, С. С. Рижков, С. О. Слободян, Т. А. Фаріонова. — Миколаїв : Видавництво Торубари В. В., 2017. — 336 с.

5. U.S. Navy. The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan Paperback – December 9, 2014.

6. Створення універсальних транспортних суден і засобів океанотехніки: Монографія / С.С. Рижков, В.С. Блінцов, Г.В. Єгоров, Ю.Д. Жуков, В.Ф. Квасницький, К.В. Кошкін, І.В. Кривцун, В.О. Некрасов, В.В. Севрюков, Ю.В. Солоніченко; за ред. С.С. Рижкова. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2011. – 340 с.

7. Блінцов, В.С. Створення та застосування засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів. Наукова монографія / В. С. Блінцов, О. В. Блінцов, Г. В. Бабкін, М. Г. Грицаєнко // Миколаїв : НУК, – 2016. – 108 с. (Для службового користування).

8. Блінцов, О. В. Автоматичне керування підводними комплексами з гнучкими зв'язками [Текст]: Наукова монографія / О. В. Блінцов. – Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2017. – 356 с. (Для службового користування).

9. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В.М. Ильющко, М.М. Митрахович, А.В. Самков, В.И. Силков, О.В. Соловьев, В.И. Стрельников; Под общ. Ред. В.И. Силкова. – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. – 302 с.

10. Блінцов, С. В. Теоретичні основи автоматичного керування автономними підводними апаратами [Текст]: монографія / С. В. Блінцов. – Миколаїв: НУК, 2014. – 222 с.

11. Блінцов, В. С., Сучасні завдання створення багатоцільового морського безпілотного комплексу. [Текст] / В. С. Блінцов, Д. В. Костенко, В. В. Трибулькевич, В. В. Соколов // 36. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. – № 2. – С. 20-27.

Babkin G.V., Kostenko D.V.

Main Tasks of Creation of Domestic Uncavated Marine Devices and Defense Systems

Abstract. The main problems of the maritime activity of the state are considered, they require the use of unmanned marine vehicles and systems. The relevance of developing the theoretical foundations of the design and creation of such systems is shown. A number of research and organizational and technical measures have been formulated. The list of unmanned marine vehicles and systems for operation in domestic waters is substantiated.

Keywords: unmanned marine vehicles; theoretical foundations of design; organization of production

Бабкін Г.В., Костенко Д.В.

Основные задачи создания отечественных безэкипажных морских аппаратов и систем

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы морской деятельности государства, требующие применения безэкипажных морских аппаратов и систем. Показана актуальность разработки теоретических основ проектирования и создания таких систем. Сформулирован ряд научно-исследовательских и организационно-технических мероприятий. Обоснован перечень безэкипажных морских аппаратов и систем для эксплуатации на отечественных акваториях.

Ключевые слова: безэкипажные морские аппараты, теоретические основы проектирования, организация производства.

УДК 681.05

ГЕНЕЗИС ЗАСОБІВ БОЙОВОГО УПРАВЛІННЯ НАДВОДНИМ КОРАБЛЕМ

Буссов Дмитро Євгенович

Державне підприємство «Дослідно-проектний центр кораблебудування», м. Миколаїв

dimuch.zmey@gmail.com

Анотація. Розглянуто задачі, які виконують бойові інформаційно-управляючі системи кораблів при виконанні задач за призначенням. На прикладі ВМФ бувшого СРСР розглянуто особливості побудови таких систем та запропоновано чотири основні етапи їх розвитку. Наведено основні напрями розвитку БІУС для сучасних кораблів, які ґрунтуються на інтеграції систем зброї і озброєння не тільки свого корабля, але і кораблів тактичної групи.

Ключові слова: надводний корабель, бойова інформаційно-управляюча система, генезис.

Вступна частина.

Однієї з найважливіших особливостей процесу управління кораблем в умовах сучасного морського бою, що протікає при активному протистоянні у сфері управління, є різке скорочення допустимого часу на ухвалення командирами рішень, адекватних оперативно-тактичній обстановці, що складається.

Практика світового військового кораблебудування показує, що рішення вказаної проблеми полягає в комплексній автоматизації бойового управління надводними кораблями, здійснюваній на базі бойових інформаційно-управляючих систем (БІУС).

Основними завданнями, які вирішують сучасні БІУС є:

- інтеграція всіх систем зброї і озброєння корабля і кораблів тактичної групи в єдину бойову систему;
- комплексне використання інформації від всіх джерел на користь озброєння корабля і кораблів тактичної групи;
- забезпечення командного складу корабля інформацією про тактичну обстановку;
- планування і координація дій;
- вироблення даних цілевказування і введення їх в системи зброї, здійснення централізованого автоматизованого управління всім озброєнням корабля;
- облік стану кожної системи, її бойових можливостей, визначення оптимального складу озброєння і варіантів їх використання при рішенні поставлених задач.

Таким чином, БІУС, об'єднуючи практично всі бойові засоби корабля, виступає, по суті, ядром засобів бойового управління кораблем. А значить, підвищення бойової ефективності корабля, його стійкості і живучості багато в чому залежить від оптимального вибору БІУС.

Основна частина.

Створення БІУС вимагає розв'язку складної наукоємкої проблеми, зв'язаної, з одного боку, з розробкою надійних, швидкодіючих засобів обчислювальної техніки, з іншого – з розробкою і реалізацією на цих засобах великого числа математичних моделей морських операцій, адекватних фактичним діям сил і процесу управління ними в бойових умовах.

Для вирішення даного завдання для флотів провідних морських країн світу були створені БІУС декількох поколінь. З метою виявлення основних напрямків воєнно-морської думки розглянемо їх на прикладі ВМФ бувшого СРСР.

Системи 1-го покоління.

БІУС «Туча» створена в 1960-1967 роках для автоматизації управління зброєю підводних човнів (ПЧ) проекту 667А. Система дозволила централізовано управляти бойовою діяльністю ПЧ, вирішувати широкий круг завдань по збору, обробці інформації і відображенню її на єдиному пульті, управляти зброєю, а також вирішувати задачі кораблеводіння і навігації.

БІУС МВУ-111 «Акорд» створена для комплексно-автоматизованого ПЧ проекту 705, 705К. В ній обґрунтування вимог вперше проводилося на основі аналізу діяльності всіх бойових частин і бойових постів ПЧ в різних бойових епізодах і представленні ПЧ як єдиної людино-машинної системи. Керування ПЧ, його бойовими і технічними засобами здійснювалося з головного командного пункту. Комплексна автоматизація забезпечувала рішення задач застосування зброї, збору і обробки тактичної інформації, бойового маневрування, відтворення зовнішньої обстановки, кораблеводіння, автоматичного і дистанційного керування технічними засобами і рухом.

Системи 2-го покоління

БІУС МВУ-110 «Узел» створення для оснащення дизельних ПЧ проекту 641 в 1973 р. Створена на базі впровадження мікроелектроніки. Тут вперше був реалізований новий підхід до створення системи обробки масивів даних – в обчислювальному центрі БІУС «Узел» були два блоки, принципи реалізації яких забезпечували розпаралелювання процесів обробки даних в обчислювачі з процесами обміну з периферійними пристроями системи. Система «Узел» стала принциповим проривом в технічному плані, оскільки габарити, об'єм, вага і енергоспоживання були значно зменшені, а функціональні і експлуатаційні можливості були збільшені у багато разів у порівнянні з системами, які розроблялися у той час.

БІУС «Алмаз» створювалась для керування ПЧ проекту 667Б. Система вирішувала весь комплекс завдань, пов'язаних із збором і обробкою інформації про навколишнє оточення; на підставі вимірювання, запису і подальшої обробки характеристик гідрологічного розрізу визначала оптимальні глибини плавання, вирішувала весь комплекс завдань, зв'язаних з використанням торпедної зброї, типи якої значною мірою відрізнялися від ПЧ проекту 667А.

Відмінними від БІУС «Туча» в БІУС «Алмаз» були завдання, що зважають на специфіку проекту 667Б, зокрема склад його торпедного озброєння.

Такими завданнями були:

- управління торпедною стрільбою з малою і скороченою підготовкою, при якій не вимагалось тривалого маневрування ПЧ, тобто враховувалися тактичні особливості бойового використання ПЧ-ракетоносця;
- визначення прискореним способом напрямку руху цілі, що дозволяло проводити вироблення даних для стрільби самонавідними торпедами без маневрування ПЧ;
- управління стрільбою торпедами всіх видів, що знаходяться на озброєнні ПЧ проекту 667Б;
- визначення елементів руху одночасно по 4 цілям за даними РЛС;
- визначення очікуваної дальності дії гідроакустичних засобів спостереження і зв'язку;
- рішення задач розходження з кораблями за даними РЛС для забезпечення безпеки плавання ПЧ в надводному і перископному положеннях в умовах поганої видимості;
- рішення задач визначення місця ПЧ за інформацією, що поступає від маяків-відповідачів ГАС «Шельф», що дозволяло приховано у підводному положенні визначати місце ПЧ.

Принциповим для ПЧ проекту 667Б було включення до складу його радіоелектронного озброєння бойової космічної навігаційно-зв'язкової системи «ЦИКЛОН-Б».

Відповідно складу озброєння і вирішуваним задачам БІУС «Алмаз» передбачала п'ять режимів роботи: бойовий, навігація, гідрологія, учбово-тренувальний, профілактика.

Система «МОРЕ-У». Система трансляції, цілевказування і взаємного обміну інформацією між кораблями тактичної групи типу «МОРЕ-У», в якій розв'язувалися проблеми автоматизованого обміну інформацією між кораблями тактичної групи, видачі цілевказування зброї, що дозволило координувати дії окремих кораблів у складі тактичної групи в ході ведення бойових дій. Система «МОРЕ-У» призначалася тільки для забезпечення автоматизованого обміну інформацією про цілі між кораблями тактичної групи і видачі цілевказування для

застосування зброї. Цю систему у принципі можна розглядати як першу БІУС, створену для НК. Проте вона не вирішувала задач по управлінню корабельним озброєнням. Тому для автоматизованого управління зброєю і радіотехнічного озброєння, а також для наведення гелікоптерів і протичовнових КР була створена БІУС «Корень»

БІУС «Корень», створена в 1967 р., як перша БІУС для надводних кораблів (проекти 1134Б, 1134БФ).

Система вирішувала проблему автоматизованого збору, обробки і обміну інформації між кораблями і тактичними групами, завдання вибору і розподілу зброї ППО, ПЧО, наведення винищувачів і гелікоптерів. Проте при реалізації виробленого плану цілерозподілення зенітних вогняних засобів корабля, як і раніше, було не автоматизовано. Тому віддзеркалення масованих нальотів залишалося важкою проблемою для тактичної групи кораблів.

БІУС «Алея-2», «Алея-2М» (для важких авіаносних крейсерів проекту 1143 «Київ»). У даних системах технічно об'єднані і значно розширені функції систем «Море У» і «Корень»;

З появою протикорабельних ракет, що летять низько, виникла нова наукова проблема вдосконалення контура ППО в частині оптимального розподілу управлінських функцій між засобами управління, що входять в цей контур. Тому при створенні чергової модифікації БІУС другого покоління особлива увага була приділена рішення цієї проблеми. В результаті для головного ТАКР «Київ» була розроблена БІУС «Алея-2М», що успішно пройшла державні випробування в 1980 р. За рахунок впровадження автоматизованого режиму роботи вдалося значительно скоротити час від виявлення мети до сходу зенітних керованих ракет (ЗУР). Автоматизована система бойового управління «Алея-2М» призначена для бойового управління кораблем на основі об'єднання радіоелектронного озброєння в єдиний комплекс, і автоматизації процесів вироблення і ухвалення рішень по бойовому використанню озброєння корабля. Система дозволяла обробляти інформацію по тактичній обстановці для корабля, управляти кораблем, управляти ППО корабля, управляти боротьбою з підводними і надводними цілями, управляти протичовновим гелікоптером і гелікоптером дозору, радіолокації, винищувальною і штурмовою авіацією, а також здійснювати тренування і навчання операторів.

Системи 3-го покоління

БІУС «Лісоруб», (для кораблів проектів 1164 і 1143.5) в якій поліпшені ТТХ, підвищені ступінь автоматизації процесів, обґрунтованість і оперативність ухвалюваних командуванням рішень при менших массогабаритних характеристиках технічних засобів.

У основу розробки БІУС третього покоління для НК був покладений, так само як і для ПЛ, принцип модульності. Перехід до елементної бази третього покоління дозволив значно поліпшити ТТХ БІУС, підвищити ступінь автоматизації процесів, обґрунтованість і оперативність ухвалюваних командуванням рішень при менших массогабаритних характеристиках технічних засобів. Проте досягти повної комплексності в автоматизації процесів ведення бойових дій кораблем у складі тактичних груп не вдалося. У 1978-1980 рр. був побудований і вступив в лад перший з нової серії БПК проекту 1155, на якому була встановлена перша система третього покоління БІУС «Лісоруб-5» з використанням нової базової ЦВМ «Атано». У 1982 р. був зданий ВМФ перший ракетний крейсер проекту 1164, призначений для боротьби з корабельними ударними групами супротивника. На кораблі була встановлена БІУС «Лісоруб-1164», розроблена як подальший розвиток БІУС «Лісоруб-5».

У 1980-1991 рр. було продовжене будівництво атомних важких ракетних крейсерів проекту 1144. У зв'язку із зміною складу озброєння і технічних засобів натомість БІУС «Алея-2М» була встановлена БІУС «Лісоруб-44» з поліпшеними тактико-технічними характеристиками в порівнянні з БІУС «Лісоруб-5» і «Лісоруб-1164».

На початку 1980-х років був зроблений висновок про те, що досягти якісно нового рівня в автоматизації процесів управління корабельною зброєю і радіоелектронним озброєнням можливо тільки шляхом інтеграції всіх корабельних систем і комплексів управління в єдину АСУ. Була розроблена концепція створення єдиної АСУ надводного корабля. На першому етапі пропонувалося перейти до формування на кораблях бойових контурів управління зброєю ППО, ПЧО і ПРО. Цей напрям вперше реалізований при створенні важких крейсерів «Адмірал Флоту Радянського Союзу Кузнецов» і «Петро Великий». Проте це не дозволило повністю забезпечити оптимальне функціонування корабельної зброї і радіоелектронних засобів, оскільки робота здійснювалась вже на завершальних етапах їх будівництва.

Системи 4 покоління

БІУС «Трон» і комплекс засобів автоматизації тактичної групи «Дипломант» (для СКР «Безстрашний»), в яких з БІУС виділили функції, пов'язані з управлінням силами і зброєю корабельного з'єднання, поклавши на

БІУС тільки завдання управління зброєю і технічними засобами корабля, тобто реалізований принцип розподілу обробки інформації, що дозволило значно підвищити надійність управління;

БІУС «Трон» забезпечував автоматизацію бойового управління кораблем і його озброєнням. Комплекс «Дипломант» призначався для автоматизації бойового управління силами різнорідного з'єднання і створення мережі обміну даними між кораблями з'єднання

Автоматизований комплекс бойового управління «Тур», комплекс наведення винищувальної авіації «Газон» і радіотехнічна система ближньої навігації і посадки літальних апаратів «Резистор» застосовувались у складі озброєння важких авіанесущих крейсерів. Всі вони вирішували проблему управління корабельною авіацією (велика кількість літальних апаратів в повітрі, обмежені можливості корабля по розміщенню пунктів управління авіацією, рухливість корабля, одночасне використання корабельних РЛС для управління авіацією і іншими засобами).

Розробки перерахованих вище систем і комплексів бойового управління проводилися різними підприємствами Союзної оборонної галузі. Після розвалу Радянського Союзу всі ці підприємства залишилися на території Росії. Виключенням є Київський Науково-дослідний Інститут «Квант» (нині ДП НДІ «Квант»), що здійснював розробку згаданих вище систем «Титаніт», «Моноліт» і «Мінерал».

В даний час на кораблях ВМС України (проекти 1124М, 11351) знаходяться в експлуатації давно застарілі комплекси уніфікованих приладів серії «Сапфір»: МІЦ-224, МІЦ-225 різних модифікацій (розробник документації – ЦКБ «Меридіан» (нині НВФ «Меридіан»).

Комплекс МІЦ-225 є системою 4-го покоління, призначений для збору, обробки, відображення інформації і видачі цілевказування зброї корабля.

Комплекс МІЦ-225 вирішує наступні задачі:

- наочне відображення в суміщеному виді повітряної (надводної) і підводної обстановки на індикаторах кругового огляду (ІКО) планшетів суміщеної обстановки (в цілях забезпечення необхідною інформацією старшого помічника командира корабля і командира поста надводної обстановки БІЦ) за даними РЛС і ГАС;
- наочне відображення повітряної (надводної) обстановки на ІКО командира поста повітряної обстановки БІЦ за даними РЛС;
- наочне відображення поточного стану радіоелектронних засобів (РЕЗ) корабля;
- наочне відображення поточного стану і положення РЕЗ і зброї корабля, видачу команд і контроль їх виконання;
- трансляцію сигналів синхронного цілевказування від системи обробки інформації на системи управління зброєю;
- видачу і комутацію сигналів СЦУ на системи управління зброєю;
- видачу і комутацію сигналів електронного цілевказування (ЕЦВ) на системи управління зброєю з поста повітряної обстановки (бойового інформаційного центру) БІЦ;
- прийом сигналів зворотного контролю про видане цілевказування від систем управління зброєю;
- видача сигналів супроводу цілей для узяття на супровід підводної цілі і видачу команд ГАС;
- відображення сигналів про виявлення цілі ГАС;
- напівавтоматичне рішення задач тактичного маневрування і визначення елементів руху цілі на ІКО;
- відображення на ІКО даних курсу і швидкості свого корабля, що поступає від гірокомпаса і лага;
- відображення даних радіотехнічної розвідки про виявлені випромінюючі цілі і пеленгів на ці цілі;
- відображення умовних номерів кораблів свого ордеру і команд (доповідей) поданим системи вивсвітлення обстановки;
- тренування особового складу по імітованих цілях.

Як АРМ в комплексі використовується планшет суміщеної обстановки з горизонтальним розташуванням робочої поверхні ІКО. Структурна схема комплексу МІЦ-225 приведена на рис. 1.

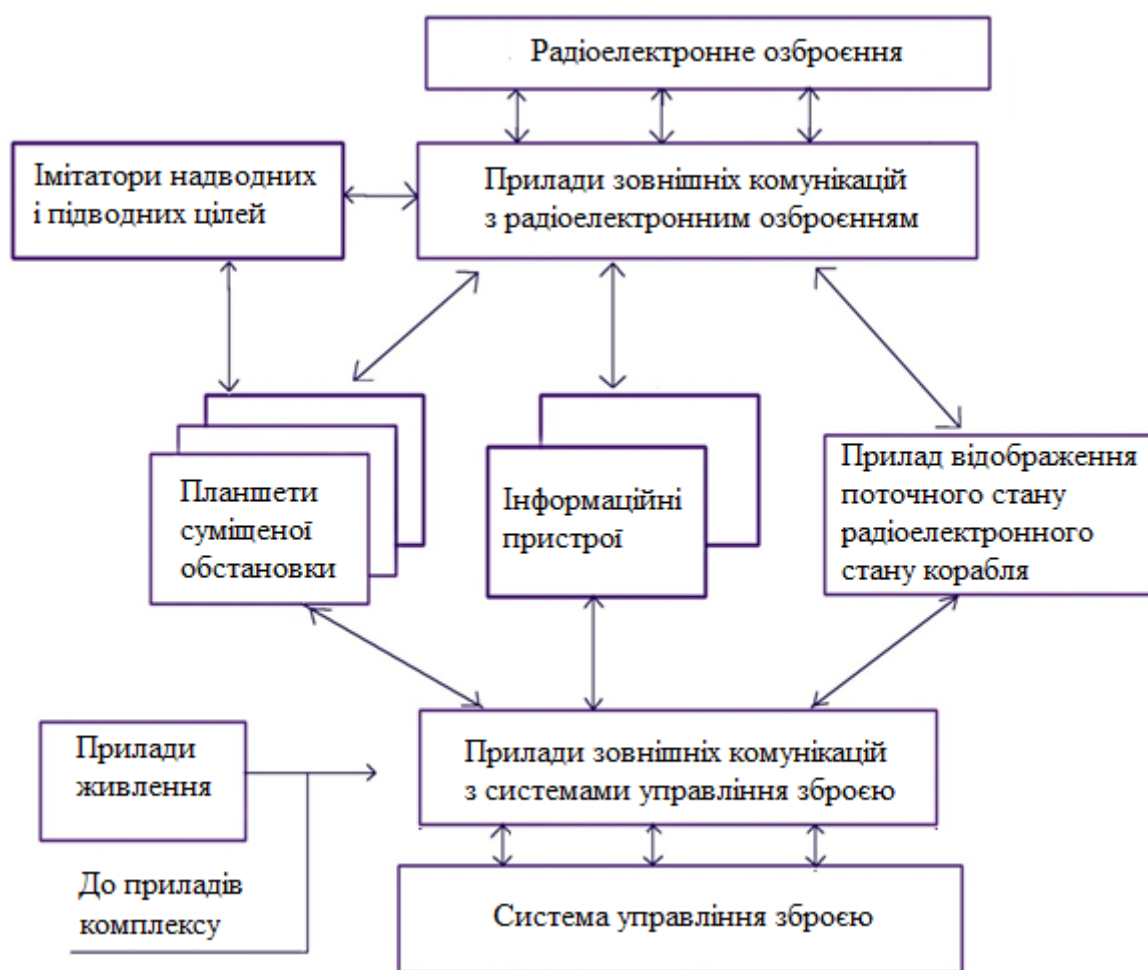


Рисунок 1 – Структурна схема комплексу МІЦ-225 для корабля проекту 11351

Проте, розробка і установка даних комплексів дозволили значно збільшити ефективність виконання бойових завдань кораблями того часу. Такі ж підходи в частині побудови системи справедливі і для раніше спроектованих систем бойового управління.

Для підвищення швидкодії і поліпшення якості рішення задач протиракетної оборони (ПРО) і протиповітряної оборони (ППО) на кораблях проектів 1124М, 11351 (починаючи з третього в серії) встановлена система «Пойма-М (МРО-550)», призначена для відображення і обробки інформації, радіолокації, виявлення і супроводу цілей, формування плану розподілу цілей і видачі целевказування засобам ППО і ПРО.

Основні завдання, що вирішуються системою МРО-550, наступні:

- обробка інформації, що одержується від РЛС по двох каналах про повітряні, зокрема цілі, що летять низько, і надводних, в автоматичному і напівавтоматичному режимах;
- видача целевказування засобам ПРО-ППО за зміненими або поточними екстрапольованими даними по цифрових і аналогових каналах обміну;
- автоматична видача целевказування по цілі, що раптово з'явилася;
- документування поточних параметрів і ознак супроводжуваних цілей.

Таким чином, система МРО-550 здатна здійснювати автоматичне вироблення єдиного плану розподілу по цілях від РЛС і РЛК, забезпечуючи додатковий, незалежний від МІЦ-224 / МІЦ-225, режим целевказування засобам ПРО і ППО. У системі МРО-550 є можливість обробки інформації не тільки в аналоговій, але вже і в цифровій формі. Кількість оброблюваних системою МРО-550 цілей – до 40, що на вимоги свого часу було вельми непоганим показником.

Вхідні до складу ГПК пости були організовані у вигляді окремих робочих місць. Технології восьмидесятих років минулого століття, не дозволяли об'єднати приладове устаткування в єдиний цифровий комплекс. Тому для забезпечення управління кораблем кожне з робочих місць в ГПК доводилося комплектувати цілим

переліком необхідних приладів, а також засобів внутрішнього і зовнішнього зв'язку. Такий підхід, безперечно, дозволяв персоналу виконувати свої службові обов'язки, проте він мав численні недоліки.

Виділимо головні:

а) необхідність постійного переміщення від приладу до приладу для контролю свідчень при рішеннях покладених задач;

б) «перевантаженість» кожного поста встановленим устаткуванням;

в) необхідність обслуговування кожного приладу окремо.

Подібне розосередження технічних засобів призводило до необґрунтованих втрат часу, і як результат, не дозволяло особовому складу з достатнім ступенем ефективності виконувати свої функції.

Основні напрями розвитку сучасних БІУС.

В даний час засоби обчислювальної техніки переживають стрімкий розвиток. Як наслідок цього сучасні БІУС набагато перевершили попередні покоління систем. Добре простежуються напрями їх розвитку:

– БІУС здатні сьогодні інтегрувати системи зброї і озброєння не тільки свого корабля, але і кораблів тактичної групи в єдину бойову систему з комплексним використанням інформації від всіх наявних в їх розпорядженні джерел на користь управління системами зброї як свого корабля, так і всього з'єднання. Ця інтеграція все більш зачіпає не тільки інформаційний, але також і апаратний рівень, тобто відбувається уніфікація і стандартизація апаратних засобів систем зброї з БІУС;

– завдяки швидкому зростанню продуктивності обчислювальних засобів у багато разів виросли об'єми, і при цьому підвищилася якість рішення задач управління. У декілька разів скоротився час їх рішення, що значно підвищує бойову ефективність сучасного корабля, і раніше всього, ефективність його самої ресурсоемної системи – системи ППО. Так, робочий час БІУС при рішенні задач ППО (від моменту отримання інформації про ціль до моменту видачі цілевказування) може бути значно менше 1 с;

– значно розширені можливості БІУС по управлінню використанням зброї корабля при рішенні задач боротьби з надводною ціллю і завдань ПЧО, підвищилася якість і скоротився час їх рішення;

– у багато разів зросли можливості БІУС по відображенню і обробці інформації про тактичну обстановку, в десятки разів збільшилася кількість оброблюваних цілей, що переступила сьогодні рубіж 1000 одиниць, підвищилася якість обробки інформації, стало можливим використовувати ефективніші алгоритми її обробки, нові способи і засоби її відображення, що забезпечують високу наочність і швидке сприйняття операторами. Тепер відображення інформації про тактичну обстановку здійснюється звичайно на тлі електронної навігаційної карти. Є гнучке управління складом і режимами відображення інформації;

– спростилася робота операторів, завдяки ефективнішим способам відображення інформації, автоматизації процесів підготовки рішень, що управляють, забезпеченню їх автоматичної реалізації і автоматизованого контролю виконання, використанню сенсорних пристроїв введення команд;

– БІУС, як правило, має широкі можливості для рішення навігаційних завдань, завдань тактичного маневрування, забезпечує постійний контроль безпеки плавання і руху по маршруту;

– у декілька разів знизилася масо-габаритні характеристики і енергоспоживання;

– значно зросла надійність, достовірність функціонування і бойова живучість БІУС, покращилась її контрольованість і ремонтпридатність, підвищилися зручність і спростилося технічне обслуговування;

– стало можливим проводити різноманітні тренування особового складу в умовах тактичної обстановки, що повністю імітує реальні бойові дії.

Висновки

1. Показано значимість бойових інформаційно-управляючих систем для ефективного виконання сучасним кораблем своїх задач за призначенням.

2. У результаті вивчення основних напрямків воєнно-морської думки щодо побудови БІУС (генезису) на прикладі ВМФ бувшого СРСР розглянуто їх особливості та запропоновано розрізняти чотири покоління БІУС для підводних човнів та надводних кораблів.

3. Наведено основні напрями розвитку БІУС для сучасних кораблів, які ґрунтуються на інтеграції систем зброї і озброєння не тільки свого корабля, але і кораблів тактичної групи в єдину бойову систему з комплексним використанням інформації від всіх наявних в їх розпорядженні джерел на користь управління системами зброї як свого корабля, так і всього з'єднання.

Bussov D.E.

Genesis of the Development of Combat Management #f Surfaces

Abstract. The tasks performed by combat information and control systems of ships when performing tasks on purpose are considered. On the example of the Navy of the former USSR, the peculiarities of the construction of such systems

are considered and four main stages of their development are proposed. The main directions of BIUS development for modern ships are given, which are based on the integration of weapons and armament systems not only of their own ship, but also of ships of the tactical group.

Key words: surface ship, combat information and control system, genesis.

AN AUTOMATIC CALIBRATION TECHNIQUE FOR MULTIBEAM ECHO SOUNDER

Fangzheng Xu¹, master degree, Fanlin Yang², Professor, Xianhai Bu³, doctor degree, Tianyu Yun⁴, master degree

^{1,2,3,4}College of Geodesy and Geomatics, Shandong University of Science and Technology.

²Key Laboratory of Oceanic Surveying and Mapping, Ministry of Natural Resources

^{1,2,3,4}Qingdao, China.

¹1909512204@139.com, ²flyang@sdust.edu.cn, ³buxianhai0826@sdust.edu.cn, ⁴cloucky@163.com.

Abstract

MBES(multibeam echo sounder) plays an important role in navigation safety and maritime economy. A new method for automatic calibration of MBES applying rough calibration and precise calibration is presented. Two experiment results show that the method can decline the RMS(Root Mean Square) from 0.241m down to 0.172m, 0.466m down to 0.270m, respectively, makes the accurate process of data possible.

Keywords: MBES; navigation safety; automatic calibration;

Introduction

MBES(Multibeam echo sounder) has been applied to collect bathymetric data for more efficient and more exact relief maps of the ocean floor which is essential for navigation safety. In addition, there is widespread usability of the data for shipwreck detection, identification, and site characterization[1]. In a word, it is of great importance in the maritime economy and engineering application.

It is composed of a set of component sensors. When the sensors are mounted on the vessel, it is difficult to get them in perfect alignment, which may induce some error budgets biased towards integration imperfections and lead to failure of accurately acquiring data[2].

Any error in the roll of the transducer can cause some shifts from the horizontal position to depth, (eg. a roll error of 1° on a 50 meters slant range will cause a 0.6 meter difference in the resulting depth). Any error in the pitch of the transducer will result in an adverse recognizable effect, primarily, on the accuracy of the positions(eg. a pitch error of 1° will cause an along-track displacement in the position of 0.4 meter). And the bias in Yaw is independent of the terrain slope but horizontal position[3]. Hence, it is essential to determine the quality of the alignment and make it meet the accuracy requirements[4,5].

Two methods have mainly been used: Patch Test and computation of static offsets in parameters in least-squares adjustment. Both of them focus on eliminating misalignment problems emerging as artifacts in the bathymetry from adjacent or overlapping swaths. The patch test computes the parameters sequentially. The user can select the range and conduct a trial and error procedure to find the optimum estimate of each offset. However, the results of patch test are determined by the available features in the survey area[3] and the subject judgment of operators. The calibration based on the least-square method enables all the parameters derived simultaneously[6]. However, this kind of procedure requires that the parameters are correlated and the cost of computation is extremely high.

A new method for field calibration of multibeam echo sounder is presented. The method applying rough calibration based on ISS(Intrinsic Shape Signature) and SHOT(Signature of Histograms of Orientations) and precise calibration based on ICP(Iterative Closest Point) in successive iterations to obtain parameters simultaneously. The advantage of the method lies in its ability to derived parameters in an automatic and optimal way. It is of great importance to the rapid and accurate process in depth data.

Method

Firstly, the ISS method extracting key points was selected. Secondly, the SHOT made it possible to calculate the correspondence candidates in an efficient and fast way. Then, we get initial transformation by applying SAC-IA to eliminate the false matching pairs. Last but not least, we used ICP based on the initial transformation matrix and get the calibration parameters.

Extracting ISS key Points

A set of salient points containing the intrinsic shape signatures which rich in three-dimensional point variations in their neighborhood were selected to represent the point cloud. One major advantage of ISS is the view-independent representation that encodes the viewing geometry to generate a fast pose estimation. The other advantages lie in the low computational cost and robustness to noise[7].

Define a supporting radius r at a basis point p_i . Compute a weight for each point p_j inversely related to the number of points in its spherical neighborhood of radius density r :

$$\omega_{ij} = \frac{1}{\|p_i - p_j\|} \quad \|p_i - p_j\| < r \quad (1)$$

Compute a weighted scatter matrix $\text{cov}(p_i)$ for p_i using all points p_j within a distance frame :

$$\text{cov}(p_i) = \frac{\sum_{p_i - p_j < r} \omega_{ij} (p_i - p_j)(p_i - p_j)^T}{\sum_{p_i - p_j < r} \omega_{ij}} \quad (2)$$

Compute the eigen values $\{\lambda_i^1, \lambda_i^2, \lambda_i^3\}$ in descending order. Then, impose a constraint on the ratios of the eigen values to extract the key points.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda_i^2}{\lambda_i^1} &\leq \varepsilon_1 \\ \frac{\lambda_i^3}{\lambda_i^2} &\leq \varepsilon_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

SHOT Descriptor

SHOT is a highly efficient signature scheme allowing for the fast and accurate search of large model databases. It could trade-off descriptive power and robustness to the noise by compressing information into bins as well as to point density variation [8].

Define a local reference frame invariant to translations and rotations and robust to noise and clutter in TLS (Total Least Squares) by calculating the covariance matrix and properly assigning weights according to the distance of points.

$$M = \frac{1}{\sum_{i: d_i \leq R} (R - d_i)} \sum_{i: d_i \leq R} (R - d_i) (p_i - p)(p_i - p)^T \quad (4)$$

The spatial grid is partitioned into several parts and hence a small cardinality of the descriptor. The experimentations show that 32 is an optimum number of volumes, generating from 8 azimuth divisions, 2 elevation divisions and, 2 radial divisions. Then a point is accumulated into bins according to the cosine of the angle θq between the normal of the point and the direction of z-axis. As for the signature structure, an isotropic spherical grid that encompasses partitions along the radial, azimuth, and elevation axes is used.

To avoid boundary effects, quadrilinear interpolation within its neighbors is performed. To achieve robustness to point density variations, the whole descriptor is normalized to have Euclidean norm equal to 1.

Correspondence candidates

To avoid the computational complexity generated by Greedy Initial Alignment method, such as Sample Consensus, a large number of correspondence candidates which can generate hypothesis (eg. rotation and translation) were sampled and ranked very quickly by employing the SAC-IA (Sample Consensus Initial Alignment) method following the scheme [9]: (1) Defining a minimum distance d_{min} and make sure the correspondence candidates whose pairwise distance are greater than d_{min} . (2) Selecting randomly from the points satisfying the condition that has similar histograms. (3) Computing the rigid transformation between pairs of correspondence points and evaluate the quality of it by the error metric. To find a good transformation fast between pairs of correspondence points, Huber penalty function was used in the step:

$$L_h(e_i) = \begin{cases} \frac{1}{2} e_i^2 & \|e_i\| \leq t_e \\ \frac{1}{2} t_e (2\|e_i\| - t_e) & \|e_i\| > t_e \end{cases} \quad (5)$$

Precise calibration

Two point sets describing the same surface could respectively be represented as

$S_1 = \{p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1n}, p_{1i} \in R^3\}$ and $S_2 = \{p_{21}, p_{22}, \dots, p_{2n}, p_{2i} \in R^3\}$. One of the point sets generally undergoes certain transformations such as translation and rotation to match with the other point set [10]. The equation can be expressed as :

$$S_2 = RS_1 + T \quad (6)$$

where R is a 3D rotation matrix and the T is a translation vector.

The ICP algorithm attempts to find the best transformation relationship between point sets that aligns the source point set with the target point set. For this purpose, the following cost function $E(R, T)$ is used:

$$E(R, T) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \|S_{1i} - (RS_{2i} + T)\|^2 \quad (7)$$

To derive the 3D rotation matrix R and translation vector T , the covariance matrix C is decomposed of using the singular value decomposition:

$$C = \sum_{i=1}^N (S_{1i} - \bar{S}_1)(S_{2i} - \bar{S}_2)^T \quad (8)$$

$$[U, S, V] = SVD(C) \quad (9)$$

$$R = VU^T \quad (10)$$

$$T = -R\bar{S}_1 + \bar{S}_2 \quad (11)$$

The process will be repeated until the given cost function $E(R, T)$ is less than the threshold preset (or reach the maximum number of iterations). The transformation matrix is composed by R and T , which is expressed as follows (Table 1):

Table 1. Transformation matrix
Таблиця 1. Матриця перетворення

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	$c1c2$	$c1s2s3-c3s1$	$s1s3+c1c3s2$	$xOffset$
Row2	$c2s1$	$c1c3+s1s2s3$	$c3s1s2-c1s3$	$yOffset$
Row3	$-s2$	$c2s3$	$c2c3$	$zOffset$
Scale	$xScale$	$yScale$	$zScale$	1

We denote the parameters: $c1=\cos(\theta_{roll})$, $c2=\cos(\theta_{pitch})$, $c3=\cos(\theta_{heading})$, $s1=\sin(\theta_{roll})$, $s2=\sin(\theta_{pitch})$, $s3=\sin(\theta_{heading})$.

Experiment and Result

The aims of the experiment are to verify the feasibility of the algorithm in autocratic calibration and evaluate the flexibility of the method. The dataset was obtained in SONIC2024 system in 120° swath angle in a river (Figure 1(a)), and the number of the beam was 256. Prior to analysis, the sounding data were processed by the following procedures: (1) swath edit (mainly removing the noise points and outliers manually); (2) tidal correction; (3) sound velocity correction; (4) data fusion.

ISS and SHOT can be used due to its implementation has been included into the open source Point Cloud Library (PCL). To speed the computation process, the kd-tree method was put into use and it is found that the radius of 3m guarantee good effectiveness. Combined with the fact that the tuning experiments indicate the radius of SHOT should be set as 30m.

We conducted two experiments to verify the feasibility of the algorithm. Firstly, one survey line was selected (Figure 1(a)) and transformed according to the values preset (Table 2), therefore, two bathymetric data were obtained (one in green, and the other in red). Secondly, for efficient consideration, only part of area was intercepted by a rectangle frame (Figure 2(a), Figure 3(a)). It is easy to distinguish the difference between two data of rugged topography (Figure 2(b)). Then, we employed the algorithm to them, computing the transformation matrix by the correspondence candidates (Figure 3(b)) and got the good alignments (Table 3, Table 4). RMS declined from 0.241m to 0.172m, and it is easy to learn that bathymetric data have been calibrated well (Figure 4).

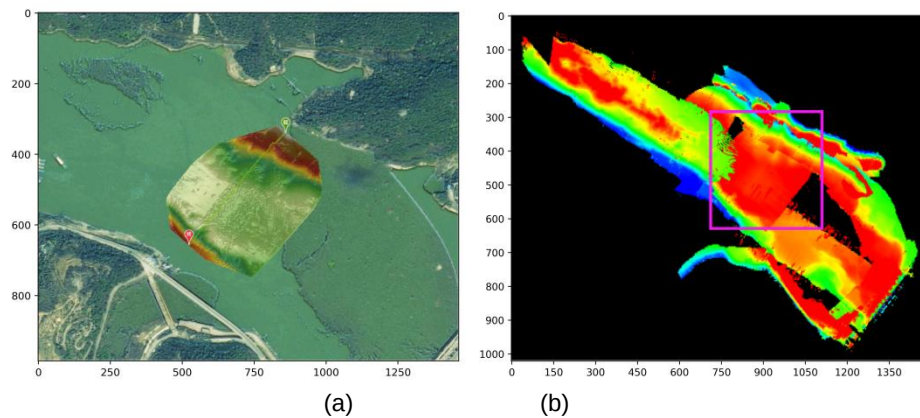


Figure 1. The outline of the survey filed (a) and the point cloud of bathymetric data of 9 survey lines (b).
Малюнок 1. Контур опитування, поданого (а), та хмара точок батиметричних даних 9 обстежувальних ліній (b).

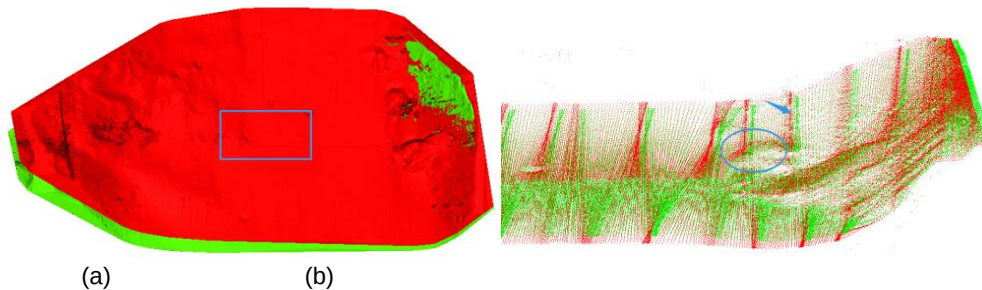


Figure 2. The two relief maps (red and green respectively) containing the bias of installation (a) and a close-up of bathymetric data in a part of the area (b).

Малюнок 2. Дві рельєфні карти (червоний і зелений відповідно), що містять ухил установки (а) та крупний план батиметричних даних у деякій частині району (b).



Figure 3. The regions extracted from MBES data in Figure 2(a) marked in a blue rectangle(a) and the correspondence candidate of the key points (b).

Малюнок 3. Области, витягнуті з даних MBES на рисунку 2 (а), позначені синім прямокутником (а) та кандидатом на відповідність ключових точок (b).

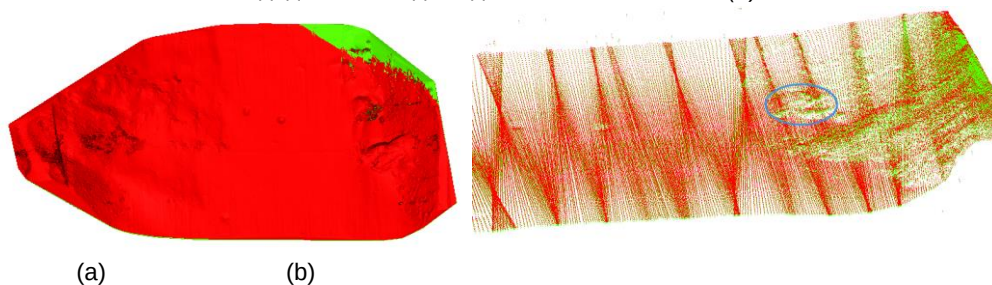


Figure 4. The relief map having been calibrated (a) and the difference of rugged topography in Figure 2(b) have mostly been shrunk (b).

Малюнок 4. Калібрована карта рельєфу (а) та різниця нерівномірної топографії на рисунку 2 (b) в основному були зменшені (b).

Table 2. Transformation matrix preset.

Таблиця 2. Попередньо встановлена матриця перетворення.

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	0.999	-0.035	0.017	1.000
Row2	0.035	0.999	0.018	-2.000
Row3	-0.017	-0.017	0.999	1.000
Scale	0.000	0.000	0.000	1

Table 3. Transformation matrix calculated by rough calibration.

Таблиця 3. Матриця перетворення, обчислена грубою калібрування.

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	0.999	-0.031	0.016	0.620
Row2	0.030	0.999	0.017	-2.120
Row3	0.016	-0.017	0.999	0.817
Scale	0.000	0.000	0.000	1

Table 4. Transformation matrix calculated by precise calibration.

Таблиця 4. Матриця перетворення, обчислена точним калібруванням.

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	0.999	-0.005	0.001	0.369
Row2	0.005	0.999	0.001	0.117
Row3	-0.001	-0.001	0.999	0.182
Scale	0.000	0.000	0.000	1

The second experiment performs fully-automatic calibration in two survey line extracting in [Figure 1\(b\)](#). It converges fast to the correct correspondent candidates, which only takes within 20 seconds to get the accurate transformation matrix([Table 5](#), [Table 6](#)). And the RMS went down from 0.466m to 0.270m. [Figure 5](#) indicated the difference between the two bathymetric data had mostly been eliminated.

Table 5. Transformation matrix calculated by rough calibration.

Таблиця 5. Матриця перетворення, обчислена грубою калібрування.

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	0.999	-0.054	0.005	0.200
Row2	0.054	0.999	0.000	-0.170
Row3	-0.005	0.000	0.999	0.420
Scale	0.000	0.000	0.000	1

Table 6. Transformation matrix calculated by precise calibration.

Таблиця 6. Матриця перетворення, обчислена точним калібруванням.

	Column1	Column2	Column3	Translation(m)
Row1	0.999	-0.009	0.001	0.060
Row2	0.009	0.999	-0.002	-0.070
Row3	-0.001	0.002	0.999	0.120
Scale	0.000	0.000	0.000	1

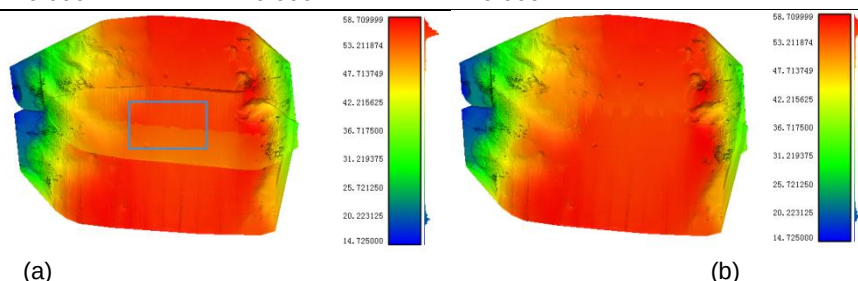


Figure 5. The comparable effect of relief map of two survey lines before (a) and after (b) automatic calibration.

Малюнок 5. Порівняльний ефект карти рельєфу двох оглядових ліній до (а) та після (б) автоматичної калібрування.

Conclusions and Future Work

An accurate relief map which produced by bathymetric data guarantee navigation safety. The algorithm proposed provides an efficient tool for automatic calibration. The strength of the method is all the parameters are derived simultaneously in an efficient and optimal way. It is also robust to noise and invariant to rotation. To illustrate the effect, we conducted two experiments, showed that they are accurate enough to calibrate between the topography containing bias of installation.

Our feature plans are to speed the calculation performing fast searches in an exhaustive method. Another direction of future research is to enable and verify the application to various scenes in an efficient and accurate way.

LIST OF SOURCES

- [1] Plets, R., Quinn, R., Forsythe, W., Westley, K., Bell, T., Benetti, S., ... Robinson, R. (2011). Using Multibeam Echo-Sounder Data to Identify Shipwreck Sites: archaeological assessment of the Joint Irish Bathymetric Survey data. *International Journal of Nautical Archaeology*, 40(1), 87–98. doi:10.1111/j.1095-9270.2010.00271.x
- [2] Clarke, John. (2003). A reassessment of vessel coordinate systems: what is it that we are really aligning?.
- [3] Didier Guériot, Julien Chédru, Daniel S , et al. The patch test: a comprehensive calibration tool for multibeam echosounders[C]// Oceans Mts/ieee Conference & Exhibition. IEEE, 2000.
- [4] Hare, R.. (1995). Depth and position error budgets for multibeam echosounding. *International Hydrographic Review*. 72. 37-69.
- [5] Bu, Xianhai & Yang, Fanlin & Ma, Yue & Wu, Dongqiang & Zhang, Kai & Xu, Fangzheng. (2020). Simplified calibration method for multibeam footprint displacements due to non-concentric arrays. *Ocean Engineering*. 197. 10.1016/j.oceaneng.2019.106862.
- [6] BJORKE, J. T. (2005). Computation of Calibration Parameters for Multibeam Echo Sounders Using the Least Squares Method. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 30(4), 818–831. doi:10.1109/joe.2005.862138
- [7] Zhong, Y. (2009). Intrinsic shape signatures: A shape descriptor for 3D object recognition. 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision Workshops, ICCV Workshops. doi:10.1109/iccvw.2009.5457637
- [8] Salti, Samuele & Tombari, Federico & Di Stefano, Luigi. (2014). SHOT: Unique Signatures of Histograms for Surface and Texture Description. *Computer Vision and Image Understanding*. 125. 10.1016/j.cviu.2014.04.011.
- [9] Rusu, R. B., Blodow, N., & Beetz, M. (2009). Fast Point Feature Histograms (FPFH) for 3D registration. 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation. doi:10.1109/robot.2009.5152473
- [10] Yang, F.; Xu, F.; Zhang, K.; Bu, X.; Hu, H.; Anokye, M. Characterisation of Terrain Variations of an Underwater Ancient Town in Qiandao Lake. *Remote Sens*. 2020, 12, 268.

Full name: Fangzheng Xu¹, Fanlin Yang², Xianhai Bu³, Tianyu Yun⁴

Title of the report: An automatic calibration technique for multibeam echo sounder

Text of the annotation: MBES(multibeam echo sounders) plays an important role in navigation safety and maritime economy. A new method for automatic calibration of MBES is presented. The method applies rough estimation based on ISS(Intrinsic Shape Signatures) and SHOT(Signature Histogram Orientation) and precise estimation based on ICP(Iterative Closest Points). Two experiment results show that the method can decline the RMS(Root Mean Square) from 0.241m down to 0.172m, 0.466m down to 0.270m, respectively, which makes the accurate process of bathymetric data possible.

Keywords: MBES; navigation safety; automatic calibration; ISS; SHOT; ICP

УДК 681.05

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ МОРСЬКИМ РОБОТОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

Буруніна Жанна Юріївна, Трибулькевич Вікторія Вікторівна

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

seaman9996@gmail.com, vikulya221@gmail.com

Анотація. Запропоновано перелік задач автоматизації складним морським рухомим об'єктом у складі судна-носія, оснащеного пошуковими, природоохоронними, аварійно-рятувальними приладами та засобами морської робототехніки. Сформульовані задачі можуть слугувати науково-методологічним підґрунтям для дослідницького проектування сучасних науково-дослідницьких суден.

Ключові слова: морський робототехнічний комплекс, автоматизація керування

Вступна частина.

Сучасна морська діяльність держави вимагає все більш широкого застосування роботизованих технологій, які суттєво знижують ризики для життя і здоров'я людей та мають вищу продуктивність [1]. Це обумовлює актуальність розробки та широкого впровадження у морську практику спеціальних робототехнічних комплексів, які призначаються для виконання природоохоронних, пошукових, аварійно-рятувальних та науково-дослідних робіт на великих за площею акваторіях або вимагають одночасного виконання декількох однотипних робіт при реалізації складних морських технологій.

Зазвичай, такі роботи виконуються із застосуванням надводних суден, оснащених бортовими системами спеціального призначення – мобільними науково-дослідними лабораторіями, пошуковою гідроакустичною апаратурою, пробовідбірниками води і ґрунту тощо [2, 3]. Однак, розширення практичних задач, які диктуються морською практикою, та підвищені вимоги до продуктивності й техніко-економічної ефективності морських технологій ставлять на порядок денний завдання оснащення таких суден сучасними засобами морської робототехніки (ЗМР) – безекіпажними надводними суднами (БНС), автономними ненаселеними та прив'язними підводними апаратами (АНПА та ППА), безпілотними літальними апаратами (БПЛА) морського базування тощо.

Оснащені такою технікою судна є, по суті, суднами-носіями (СН) приладів спеціального призначення та ЗМР і спроможні ефективно виконувати великий спектр морських задач на значних акваторіях. Зокрема, такі морські місії можуть виконуватись з одночасним використанням декількох ЗМР, тобто можуть реалізовуватись технології їх групового застосування.

Ця обставина обумовлює актуальність розробки нових та удосконалення існуючих теоретичних підходів до побудови систем автоматизованого та автоматичного керування таким судном як єдиним мультиагентним об'єктом керування (об'єктом групового керування), який виконує складну морську надводну, підводну чи повітряну місію та має оперативний двохсторонній зв'язок з береговим центром керування (БЦК).

Основна частина.

З позицій автоматизації керування таким видом морського роботизованого комплексу (МРК) множина $A_{МРК}$ завдань виконання морської роботизованої місії розпадається на наступні складові:

автоматизація керування функціонуванням СН як морського рухомого об'єкту з інформаційним забезпеченням щодо навігаційних умов та гідрології робочої акваторії $A_{СН}$;

автоматизація керування бортовою апаратурою (пошуковим, природоохоронним та аварійно-рятувальним обладнанням) $A_{БО}$;

автоматизація керування судновими палубними механізмами, які забезпечують застосування ЗМР $A_{ЛМ}$;

автоматизація керування просторовим рухом ЗМР як інструментів реалізації спеціальних роботизованих морських технологій $A_{ЗМР}$;

автоматизація процесів збору, обробки та збереження інформації, яка надходить від «агентів» мультиагентного об'єкту керування – судна-носія з ЗМР на борту $A_{ЗОЗ}$;

забезпечення оперативного двохстороннього інформаційного обміну та зв'язку з БЦК $A_{Ю}$.

Тоді множину завдань $A_{МРК}$ можна представити наступним чином:

$$A_{МРК} = \{A_{СН}; A_{БО}; A_{ЛМ}; A_{ЗМР}; A_{ЗОЗ}; A_{Ю}\}. \quad (1)$$

Розглянемо особливості автоматизації зазначених складових.

Автоматизація керування СН $A_{СН}$ має забезпечити три основні задачі:

планування морської місії з урахуванням наявних технічних засобів (бортової апаратури та ЗМР) та гідрометеорологічних умов у робочій акваторії та на переході до неї;

просторовий рух з метою доставки бортової апаратури та ЗМР в акваторію, де планується виконання морських робіт;

траекторний рух чи стабілізацію у заданій робочій точці для застосування бортової апаратури чи ЗМР за їх призначенням.

Автоматизація керування бортовою апаратурою $A_{БО}$ (пошуковими, природоохоронними та аварійно-рятувальними приладами) має на меті забезпечення функціонування вказаної апаратури за призначенням як складової системи збору, обробки та збереження інформації $A_{ЗОЗ}$ МРК.

Автоматизація керування судновими палубними механізмами $A_{ЛМ}$ має забезпечити спуск/підйом БНС, АНПА та ППА, а також злет і посадку на СН БПЛА для виконання ними місій за призначенням. При цьому мають бути автоматизованими найбільш складні для людини-оператора задачі (наприклад, спуск БНС на воду та його остропка перед підйомом на СН), позиціонування БПЛА перед посадкою на рухливу палубу СН тощо).

Автоматизація керування просторовим рухом ЗМР $A_{ЗМР}$ має забезпечувати виконання наступних задач:

керування просторовим рухом ЗМР при виконанні ними завдань згідно заданої місії – роботи на СН з підготовки до виконання місії та після її завершення;

керування траєкторним просторовим рухом ЗМР та стабілізацію ЗМР у робочій точці для реалізації місії;

керування корисним вантажем ЗМР – пробовідбірниками, маніпуляторами тощо;

групове керування ЗМР при виконанні ними спільних місій.

Автоматизація процесів збору, обробки та збереження інформації A_{303} має давати змогу:

керувати процесами отримання інформації від бортової апаратури та від ЗМР у реальному часі та забезпечувати її первинну обробку й індикацію у зручній для користувача формі;

забезпечувати перетворення та обробку інформації для отримання знань про підводну обстановку, стан та характеристики об'єктів пошуку та обстеження;

забезпечувати архівацію та підготовку інформації до передачі за призначенням (до споживачів на борту СН та до БЦК).

Забезпечення двохстороннього інформаційного Online-обміну та оперативного зв'язку з БЦК A_{10} є ключовою вимогою до МРК з двох причин:

по-перше, це дає змогу реалізувати МРК як мобільний виконавчий орган галузевої чи загальнодержавної системи виконання морських операцій різного спрямування; при цьому МРК, оснащений спеціальною апаратурою та ЗМР, виконує функцію «периферійного пристрою» такої системи, що забезпечує високу ефективність його застосування;

по-друге, на основі отримуваної в Online-режимі інформації з акваторії робіт в БЦК є можливість створювати достовірну модель поточної ситуації та приймати правильні рішення як відносно керування одиночним МРК, так і залучати, за необхідності, інші сили і засоби для якісного виконання морських місій.

Для успішного застосування широкої номенклатури ЗМР на борту СН доцільним є застосування єдиної системи керування й обробки інформації. Подібні системи досить широко застосовуються у воєнному кораблебудуванні для керування різними технічними засобами з одночасною обробкою отриманої інформації. Такі системи будуються за мережецентричним принципом і забезпечують керування, обробку й видачу рекомендацій для командного складу корабля.

Адаптуючи даний принцип побудови системи керування до МРК, доцільно на першій фазі автоматизації делегувати такій комплексній системі керування наступні функції:

- керування всіма бортовими ЗМР;
- обробку отриманої інформації, з ототожненням і об'єднанням у єдину картину морської обстановки;
- контроль навігаційної обстановки у районі виконання робіт за призначенням;
- вироблення рекомендацій з маневрування під час виконання моніторингу морського середовища й/або при виконанні роботизованих морських робіт з підводними об'єктами;
- формування пакетів інформації для передачі на берегові центри керування.

Таким чином, застосування комплексної автоматизованої системи керування МРК дасть змогу:

- централізувати процеси керування й обробки інформації;
- прискорити процес одержання загальної моделі морської обстановки;
- мінімізувати апаратну частину систем керування й обробки інформації;
- прискорити процес інформаційного обміну з БЦК.

Висновки.

1. Сформульовано основні задачі автоматизації керування морським роботизованим комплексом, до складу якого входить бортове пошукове, природоохоронне та аварійно-рятувальне обладнання, а також сучасні засоби морської робототехніки – безекіпажні надводні судна, автономні ненаселені та прив'язні підводні апарати і безпілотні літальні апарати морського базування. Вказані задачі утворюють науково-методологічну основу для дослідницького проектування систем автоматики сучасних науково-дослідницьких суден.

2. У якості прототипу автоматизованої системи керування такими суднами пропонується мережецентричний принцип її функціонування, який успішно застосовується у воєнному кораблебудуванні.

REFERENCES

- [1] Ryzhkov, S.S., Blintsov, V.S., Yehorov, H.V., Zhukov, Yu.D., Kvasnytskyi, V.F., Koshkin K.V., ... Solonichenko, Yu.V. (2011). *Stvorennia universalnykh transportnykh suden i zasobiv okeanotekhniki* [Creation of universal transport vessels and means of ocean engineering] : Monografiya. Mykolaiv: NUK. p. 340 [in Ukrainian]
- [2] Исследовательские суда - мировая статистика по прошлому году. Retrieved from: https://www.korabel.ru/news/comments/issledovatelskie_suda_-_mirovaya_statistika_po_proshlomomu_godu.html
- [3] European Research Vessels. Retrieved from: <https://www.marineboard.eu/european-research-vessels>

Burunina Z. Yu., Trybulkevich V.V.

Modern tasks of control automation marine robotic complex

Abstract. A list of automation tasks for a complex marine moving object as a part of a carrier vessel equipped with search, environmental, rescue devices and means of marine robotics is offered. The formulated tasks can serve as a scientific and methodological basis for research design of control systems for modern research vessels.

Key words: marine robotic complex, control automation

УДК 629.5

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ РУХУ АУТОНОМНОГО НЕНАСЕЛЕНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА

Грудініна Г.С.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

hanna.hrudinina@nuos.edu.ua

Анотація. Проведено дослідження впливу зниження упору гребного гвинта для рушійно-рульових комплексів, що працюють в косому потоці води на точність стабілізації параметрів керування (в даному випадку швидкість руху АНПА) при плоскому криволінійному русі автономного ненаселеного підводного апарата. Дослідження проводилось методом математичного моделювання функціонування РРК двох типів: «гвинт-стерно» та «гребний гвинт – поворотна насадка» в системі Simulink.

Отримані в результаті моделювання залежності можуть бути використані як теоретична основа для підвищення точності регулятора стабілізації швидкості руху АНПА при плоскому криволінійному русі.

Ключові слова: автономний ненаселений підводний апарат, рушійно-рульовий комплекс, математичне моделювання, поворотна насадка.

Мета та актуальність дослідження

Сьогодні у провідних морських країнах світу створюються автономні ненаселені підводні апарати (АНПА), які суттєво відрізняються за архітектурно-конструктивним типом, масо-габаритними параметрами та глибинами застосування. Однак всі різновиди АНПА поєднує загальна властивість – здатність керованого траєкторного (плоского чи просторового) руху. Сили, що діють на підводний апарат під час такого руху, визначають його динаміку та суттєво впливають на керованість апарата. Тільки маючи повні відомості про всі сили, що впливають на АНПА, а також про засоби керування ними, можна визначати умови, за яких можливою є побудова ефективних систем автоматичного керування апаратом.

Саме тому, слід звернути увагу на те, який вплив на точність стабілізованого криволінійного руху мають гідродинамічні сили, обумовлені роботою рушійно-рульового комплексу та інших елементів керування, що встановлено на АНПА.

Метою дослідження є встановлення залежності упору рушійно-рульового комплексу АНПА від швидкості та кута потоку води, що набігає. Встановлена залежність має слугувати теоретичною основою для синтезу систем керування АНПА підвищеної точності.

Розробка системи стабілізації швидкості руху автономного ненаселеного підводного апарата в Simulink

Розроблений регулятор призначений для максимально швидкого переходу з однієї (поточної) швидкості на іншу задану швидкість руху АНПА. Даний регулятор можна назвати оптимальним по швидкодії тому, що регулювання здійснюється максимально швидко, при цьому відсутнє перерегулювання. Згідно з теоремою про l інтервалів керуючий вплив в повинен містити в собі три моменти перемикавання. На першому інтервалі (при розгоні) подається максимальне додатне значення керуючого впливу, щоб виправити похибку керування максимально швидко. На другому інтервалі, для попередження перерегулювання і коливань, подається максимальне від'ємне значення сигналу. На третьому інтервалі для погашення інерції електродвигуна знову необхідно виконати перемикавання і подати максимальне додатне значення. При цьому, як показало попередньо проведене моделювання, інерційність електродвигуна в даній системі порівняно невелика, тому останній інтервал має бути дуже малим, і його можна не виконувати, [1].

Таким чином, керування повинно складатися з двох інтервалів. Для визначення моментів перемикавання було розроблено алгоритм, наведений на рис. 1.

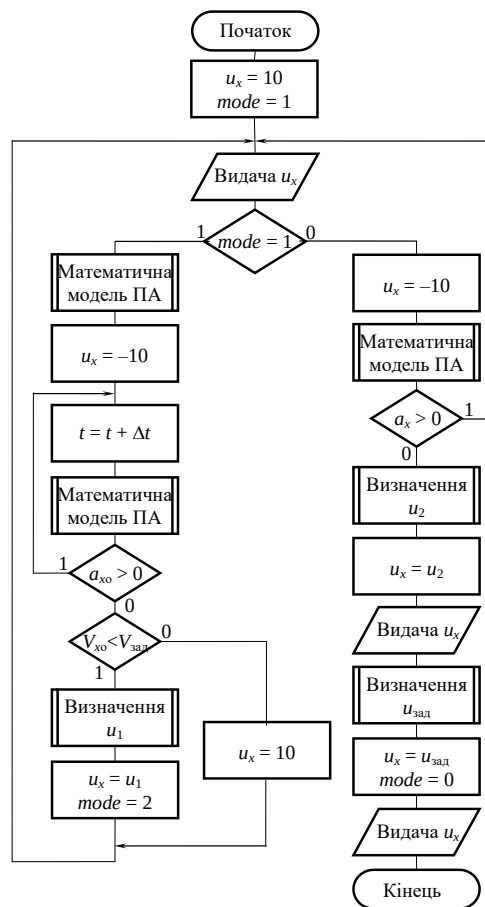
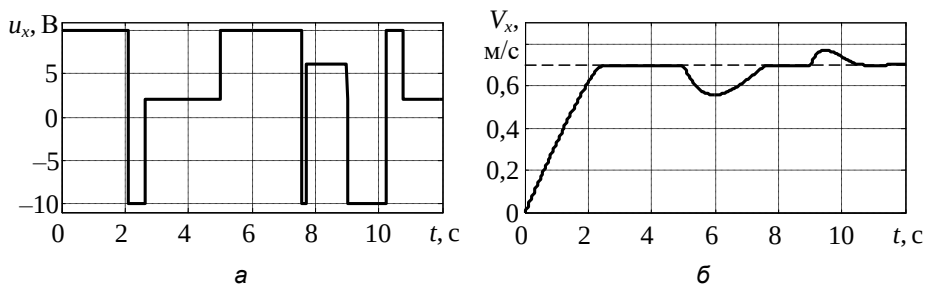


Рис. 1. Алгоритм роботи оптимального по швидкодії регулятора:

$mode$ – режим роботи регулятора; V_{xo} , a_{xo} – обчислені в моделі значення вертикальної швидкості і прискорення

Характерною особливістю розробленого регулятора є можливість здійснювати точне керування рухом АНПА в умовах невизначеності його параметрів. Крім того, особливістю роботи АНПА є наявність зовнішніх та внутрішніх (параметричних) збурень, які суттєво впливають на виконання апаратом своїх задач та вимагають розробки і застосування нових підходів до синтезу САК. Вказані збурення важко, а у більшості випадків неможливо вимірювати, тому процес керування рухом АНПА проходить в умовах невизначеності. На рис. 2 показано три послідовних перехідних процеси: ступінчаста зміна швидкості з 0 до 0,7 м/с при наявності постійної зовнішньої збурювальної сили (від 0 до 5 с), підтримання швидкості на заданому рівні при зникненні (від 5 до 9 с) та появі (від 9 до 12 с) збурення. Очевидно, що в усіх випадках регулятор залишається оптимальним, перехідний процес протікає максимально швидко та практично без перерегулювання [1].

На практиці, також часто виникають ситуації, коли параметри самого АНПА невідомі або їх точність недостатньо висока для побудови адекватних математичних моделей. У зв'язку з цим виникає невизначеність конструктивних та експлуатаційних параметрів АНПА. Тому було поставлено завдання розробки САК, що працює в умовах невизначеності параметрів.



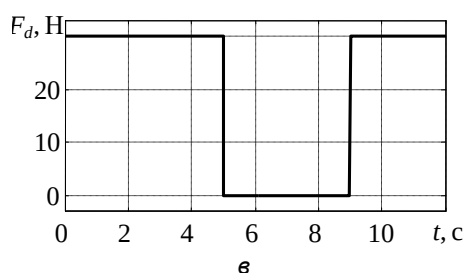


Рис. 2. Перехідний процес в оптимальній системі керування:
а – керуючий сигнал; **б** – швидкість руху підводного апарата; **в** – сила зовнішнього збурення

З цією метою в систему керування закладено нейромережевий регулятор, який визначає моменти перемикання керуючого сигналу залежно від даних, що надходять від зовнішніх датчиків по каналам зворотного зв'язку. База даних для навчання нейронної мережі була отримана шляхом комп'ютерного моделювання руху АНПА в заданому діапазоні швидкостей. На рис. 3 показано експериментальні точки, які утворюють таблицю даних для апроксимації, а також апроксимаційну поверхню, яку отримано за допомогою нейронної мережі після її навчання [2].

Проведений аналіз типових режимів руху АНПА вказує на те, що під час виконання місії АНПА постійно змінює траєкторію, що призводить до зміни гідродинамічних характеристик руху та впливає на точність керування апаратом, особливо під час стабілізаційного руху.

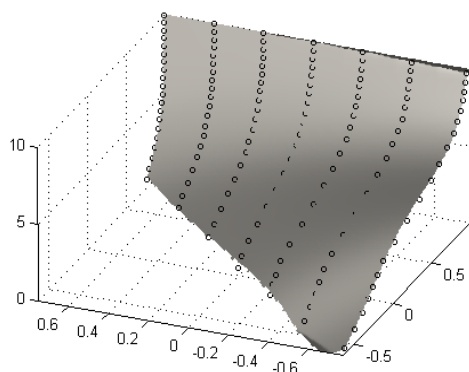


Рис. 3. Залежність тривалості інтервалу розгону від початкової та кінцевої швидкості

Досить часто виникає необхідність у стабілізації групового руху підводних апаратів, де головним критерієм є дотримання заданої дистанції між агентами групи, в даному випадку стабілізація швидкості руху – один з головних параметрів керування [3].

При криволінійному русі апарата (або під впливом течії) вісь потоку води, що набігає на гребний гвинт (ГГ) відхиляється на деякий кут від вісі гребного вала, що призводить до виникнення додаткових складових швидкості потоку і зменшення результуючої сили. Тому було виконано удосконалення математичної моделі прямолінійного горизонтального руху АНПА доповненням її рівняннями моделі рушійно-рульового комплексу, який працює у косому потоці води, що набігає на гребний гвинт.

Для підвищення точності стабілізації швидкості АНПА було проведено дослідження залежності упору від кута потоку, що набігає на гребний гвинт при різних швидкостях руху апарату. Дослідження проводилось методом комп'ютерного моделювання криволінійного руху АНПА з використання математичних моделей двох типів рушійно-рульових комплексів «гвинт – руль» та «гребний гвинт – поворотна насадка», які було реалізовано в системі Simulink [4, 5]. На рис. 4 представлено результат моделювання траєкторного руху АНПА прямокутними галсами.

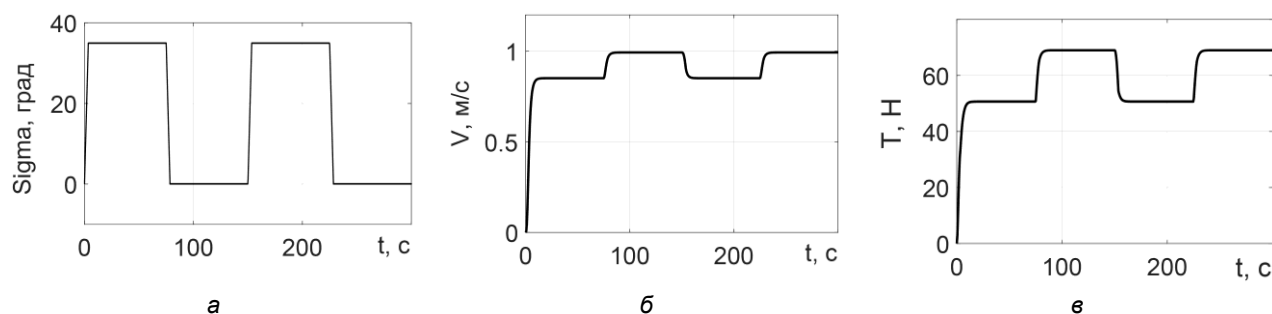


Рис. 4. Траєкторний рух АНПА прямокутними галсами: **а** – необхідний кут повороту насадки; **б** –

швидкість руху апарату; σ – момент на валу

Також необхідно зазначити, що моделювання проводилось для криволінійного руху з малими прискореннями, коли приєднаними масами води можна знехтувати. Із-за конструктивних особливостей АНПА в моделюванні приймається ламінарний характер потоку води, що набігає на РПК.

В результаті моделювання встановлено, що зменшення упору може досягати майже 18% і значно впливає на швидкість руху АНПА. Запропоновано підвищити точність стабілізації швидкості руху АНПА за рахунок компенсації відхилення сили упору при криволінійному русі апарату. З цією метою побудовано діаграми залежності упору РПК (двох типів) від кута набігання потоку води при різних швидкостях руху апарату. Також побудовано тривимірну поверхню «упор РПК – швидкість потоку води – кут повороту насадки».

Огляд науково-технічної літератури по системам керування показує, що магістральним напрямком подальшого розвитку теорії синтезу систем автоматичного керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності їх параметрів та характеристик зовнішнього середовища є застосування елементів штучного інтелекту – нечітких і нейромережних регуляторів, а також регуляторів на базі інверсних моделей об'єкту керування.

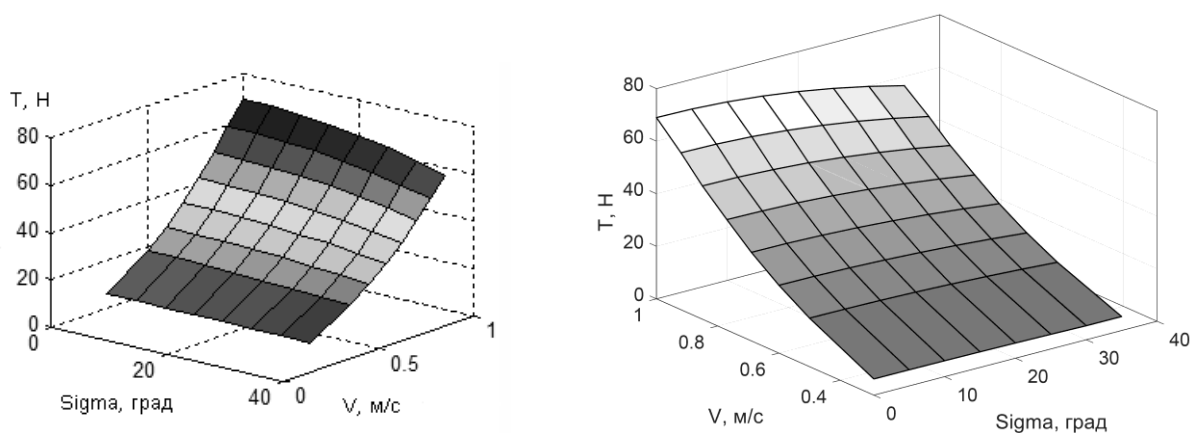


Рис. 5. Залежність упору від кута потоку, що набігає, та швидкості руху АНПА:
а – РПК «гвинт – руль», б – РПК «гребний гвинт – поворотна насадка»

Вивчення особливостей роботи РПК у косому потоці води, що набігає, дасть змогу синтезувати системи керування просторовим рухом підвищеної точності. Запропонований засіб може слугувати теоретичним підґрунтям для побудови високоефективних регуляторів стабілізації швидкості руху АНПА.

Висновки

1. На базі штучної нейронної мережі побудовано високоточну оптимальну за швидкодією систему керування, яка дозволяє змінювати швидкість руху підводного апарату з будь-якої початкової на будь-яку кінцеву за мінімальний проміжок часу та буде ефективно працювати також і в умовах зовнішніх збурень.

2. Представлений підхід дозволяє будувати оптимальні системи керування для будь-яких нелінійних систем другого і третього порядку в умовах невизначеності їх параметрів та відсутності точної математичної моделі. Для цього необхідно мати лише сенсори зворотного зв'язку та можливість проведення експериментів з метою отримання необхідної вибірки даних і оцінки порідку об'єкта керування.

3. Удосконалено модель динаміки АНПА доповненням її математичної моделі рівняннями функціонування РПК двох типів «гвинт-стерно» та «гребний гвинт – поворотна насадка». За результатами моделювання побудовано тривимірні поверхні «упор РПК – швидкість потоку води – кут набігання потоку». Отримані поверхні можуть бути включені до складу системи автоматичного керування АНПА для уточненого регулювання упору РПК при плоскому траєкторному русі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Блінцов, С. В., Грудініна, Г. С. (2008). Застосування математичної моделі руху підводного апарату для побудови оптимальної за швидкодією системи керування з компенсацією зовнішніх збурень. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування, 3, 77-83.

- [2] Блінцов, С. В., Грудініна, Г. С. (2009). Розробка оптимальних за швидкістю систем керування підводним апаратом в умовах невизначеності на базі штучних нейронних мереж. [Електронне видання]. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування, 1.
- [3] Блінцов, С. В., Грудініна, Г. С. (2018). Особливості керування стабілізованим рухом АНПА в умовах дії зовнішніх збурень. Інформаційні системи, механіка та керування. КПІ, 1, 122-137. DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2219-3804192018169624>
- [4] Алоба, Л. Т., Блінцов, С. В., та Грудініна, Г. С. (2017). Математичне моделювання динаміки автономного ненаселеного підводного апарата на плоскій циркуляції. Збірник наукових праць НУК. 4, 53-60. <http://znp.nuos.mk.ua/archives/2017/4/9.pdf>
- [5] Hanna S. Hrudinina. (2018) Mathematical modeling of an autonomous uninhabited underwater vehicle dynamics with propeller in the rotary nozzle. Shipbuilding and Marine Infrastructure, 2(10), 144–153
- [6] V. Blintsov, H. Hrudinina. (2019). Mathematical modeling of autonomous underwater vehicle propulsion and steering complex operation in oblique (beveled) water flow. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/9 (100), 10-28.

Hanna S. Hrudinina ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8298-9251>

Improvement of the motion speed stabilization system of an autonomous underwater vehicle

Abstract. The research of the effect of reducing the propeller stop for propulsion and steering complex (PSC) operating in oblique water flow on the accuracy of stabilization of control parameters in the flat curvilinear motion of an autonomous underwater vehicle. The research was carried out by the method of mathematical modeling of PSC functioning of two types: "screw-stern" and "propeller - rotary nozzle" in the Simulink system. The dependences obtained as a result of modeling can be used as a theoretical basis for increase of accuracy of the regulator of stabilization of speed of movement of ROV at flat curvilinear movement.

Keywords: autonomous underwater vehicle, propulsion and steering complex, mathematical modeling, rotary nozzle.

УДК 629. 584

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ АНПА

Алоба Лео Тосин, Преподаватель

alobat@gmail.com, aloba.leo.tosin@nuos.edu.ua ORC ID: 0000-0002-0509-8129

тел. 063-83-87-893

Кафедра электрической инженерии судовых и роботизированных комплексов
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,
г. Николаев

Анотація - Поставлені типові розташування і зв'язок між автономними безлюдними підводними апаратами (АНПА) під час підводного місії. Вперше, створений спеціалізований моделює комплекс (СМК) групи АНПА, що включає в себе інтелектуальна система автоматичного керування в режимах групового переходу (САК-ГП) і дозволяє алгоритми адгезії і когезії з сусідами в групах з однорідними і неоднорідними АНПА.

Ключові слова: автономний підводний апарат, групове керування, спеціалізований моделюючий комплекс, адгезія, когезія, інтелектуальна система автоматичного керування.

Введение

В данной работе проводится разработка СМК для изучения управляемого движения группы АНПА. Работа основана на ряд моделирующих комплексов для исследования привязной подводной системы (ППС) [1, 2,3] и группы АНПА как в [4], и вопросы группы АНПА в согласованном управлении движением полностью объяснена в [5], но СМК для исследования группового движения АНПА не рассмотрена и не объяснена. Поэтому актуальной работой является разработка структуры СМК группы АНПА позволяющий исследовать управляемое согласованное групповое движение группы в режимах группового перехода в неопределенности и позволяющий алгоритмы адгезии и когезии и имеет связь между соседями.

Основной материал

Согласованное движение АНПА может быть решено с многоагентной точки зрения для предоставления большей автономии АНПА и преодоления более сложных миссий, требующих либо гомогенного, либо

гетерогенного АНПА с различными возможностями. В таких системах многие задачи разделяются и выполняются несколькими АНПА в рамках общей цели.

Математическое моделирование и компьютерный эксперимент в это время являются эффективным инновационным способом синтеза САУ со сложными движущимися объектами. Поэтому СМК предназначенный для компьютерного исследования интеллектуальных САУ одиночным АНПА и групповым управлением АНПА в условиях нестационарности собственных параметров подводного аппарата и неопределенности внешних возмущений, должен содержать программные модули.

Коллективное поведение значительно отличается от общего индивидуального поведения, и решение задач, выходящих за пределы возможностей отдельного АНПА, требует совместности с другими АНПА группы. Для таких совместных задач группы АНПА должны иметь согласованное движение между соседними АНПА и знать их относительное положение и ориентацию. Точность задачи навигации АНПА определяет эффективность координации работы группы АНПА в миссии.

Реализация группового управления, организация требуемого навигационного обеспечения для всех АНПА в группе, осуществляется с помощью гидроакустических навигационных систем (ГАНС) с длинной, короткой или ультракороткой базой и позволяет определять дальномерные и угловые параметры. Одним из способов повышения мобильности навигационного комплекса является использование сетей сонарных маяков, движущихся по поверхности моря и определяющих их местоположение с использованием дифференциальной системы глобального позиционирования (ДСГП).

На рисунке 1а показана скоординированная группа разнородных АНПА, где один более дорогостоящий центральный АНПА, на основе интеллектуального радиогидроакустического бую (РГАБ) ДСГП, чтобы предоставить дешевых АНПА с навигационной информацией. Используя подводную концепцию ДСГП, а также набор интеллектуальных поверхностных РГАБ (обычно четыре из них). Точное положение центрального (ведущего) АНПА, несущего акустического пингера, можно оценить по измеренному времени прихода сигнала (ТОА) акустических сигналов и ДСГП, которые собирались и вычислялись навигационным судно-носителем или/и поверхностными буюми по радиолинии.

Для проведения морского натурного эксперимента, на аппаратах нужно установить соответствующие гидроакустические пингеры, которые излучают гидроакустические импульсы при движении. Они издают короткий высокочастотный звуковой импульс, который может отслеживать движения АНПА для определения местоположения. Излучив, импульсы расходятся кругами и можно оценить по ТОА и можно строить расшифрованную карту дна и на нём точки движений аппаратов и видеть траектории, когда аппараты движутся, ближе или дальше от других аппаратов, как в рисунке 1б.

Используя интеллектуальную систему РГАБ, центральный АНПА (ведущий) мог получить точную позицию ДСГП, не поднимаясь на поверхность, чтобы периодически калибровать его позиции, что серьезно нарушит или даже ухудшит всю стратегию координации и формирования группы, помимо нежелательной энергии, потребляемой для взлета до поверхности. Остальные АНПА (ведомые) могут получить точное положение через акустическую связь с ведущим АНПА, и этот ведущий может генерировать и выделять путевые точки другим соседним АНПА.

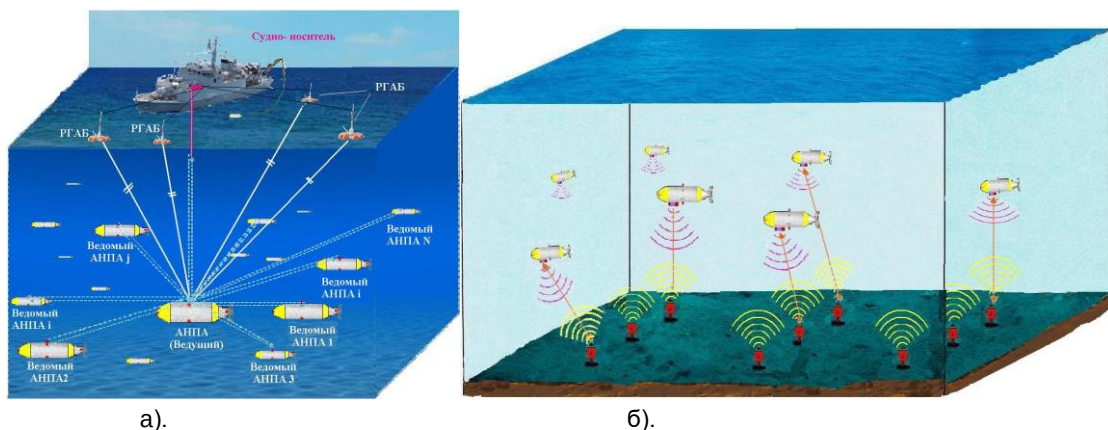


Рис.1 Типичные расположения и связь между АНПА во время подводной миссии

Отвлекаясь от конкретного построения систем управления, можно охарактеризовать их структуру с помощью многоступенчатой иерархической лестницы. Предложена иерархическая структура управления

каждого АНПА в группе АНПА, организованная в пяти слоях, как на рисунке 2. Она состоит из глобального органайзера и локального органайзера в качестве верхних уровней, контроллера АНПА в качестве нижнего слоя и переводчик АНПА, соединяющий верхние слои, и нижний слой в качестве промежуточного интерфейса. Каждая иерархия в выделенной архитектуре управления для систем с множественными АНПА соответствует отдельному уровню управления АНПА.

Подсистема локального управления АНПА содержит из систем СУД, ММ ДРК1 АНПА1, ММК1 АНПА1, СТС, СВС, СПС и СНС. Следует объяснить эти модули в деталях.

СУД АНПА - подсистема - система управления движением АНПА - движение АНПА управляется с помощью двигателей.

Математическая модель двигательно-рулевого комплекса АНПА1 (ММ ДРК1 АНПА1) – состоит из двигателей и рулей. Затем этот же модуль (или в нашем случае – другой модуль под названием «Драйвер ДРК») формирует управляющие сигналы на движители. На выходе есть упор (сила, с которой

толкает корпус) $\vec{R}$, который действует на корпуса аппарата. Движение АНПА-1 обеспечивается ДРК на базе электродвижущих устройств. ДРК получает сигналы (векторы) управления $\vec{R}$ сформированы интеллектуальной САУ ГП одиночного АНПА-1, а также обратными связями от НС и СВС формирует управляющие воздействия, которые обеспечивают последующее поведение АНПА-1.

Математическая модель объекта управления (корпус АНПА) ММК1 АНПА1 в режиме горизонтального движения будет иметь вид [6]:

$$L \frac{di}{dt} = K_u u_x - r_y i - \frac{c\Phi}{k_p} \omega \quad (1)$$

$$J_{AA} \frac{d\omega}{dt} = M_{AA} - Q - Q_g = \frac{c\Phi}{k_p} i - \frac{K_Q \rho D^5}{4\pi^2} \omega^2 - 4\mu\tau\omega r^3 \left(\frac{L_r}{r} + \frac{L_r}{2\delta_1} + \frac{r}{4\delta_2} \right); \quad (2)$$

$$(m_{ПА} + \lambda_x) \frac{dV_x}{dt} = T - F_x - F_{Dx} = \frac{K_Q \rho D^4}{4\pi^2} \omega^2 - \frac{\rho C_x \Omega}{2} V_x^2 - F_{Dx} \quad (3)$$

где i - мгновенное значение тока якоря гребного электродвигателя; u_x , K_u – управляющий сигнал регулятора напряжения и его коэффициент усиления, соответственно; L , r_y , c , Φ – электромагнитные параметры гребного электродвигателя; ω - угловая частота вращения гребного винта; k_p – коэффициент передачи редуктора; $J_{ГВ}$ приведенный к винту момент инерции системы «гребной электродвигатель - редуктор - валопровод - гребной винт (ГВ)»; $M_{ЕД} = c\Phi i / k_p$ – движущий момент гребного электродвигателя; $Q = K_Q \rho D^5 \omega^2 / 4\pi^2$ – момент, создаваемый гребным винтом ДРК АНПА [7];

K_Q – безразмерный нелинейный коэффициент, характеризующий момент гребного винта; ρ - удельная плотность воды; D - диаметр гребного винта; $m_{АНПА}$, λ_x – масса АНПА и присоединенная масса воды; V_x – текущая скорость движения АНПА по оси x ; x ; $T = K_T D^4 \omega^2 / 4\pi^2$ – движущая сила (упор) гребного винта; K_T – безразмерный нелинейный коэффициент, характеризующий упор гребного винта [7]; $F_x = \rho C_x \Omega V_x^2 / 2$ – сила сопротивления воды движению АНПА; C_x – гидродинамический коэффициент корпуса АНПА по оси x ; Ω – площадь смоченной поверхности наружного корпуса АНПА; F_{Dx} – сила внешнего возмущения, действующего на корпус АНПА при его движении по оси x .

По уровню привода находятся регуляторы скорости и положения, встроенные в микропроцессоры контроллера управления исполнительными механизмами АНПА. На вход нижнего уровня системы управления поступают задания на скорости и углы поворота звеньев, а на выходе формируются управляющие напряжения,

$\{\varphi, v, H\}$ для двигателей АНПА. На выходе имеется упор $\vec{R}$, который действует на корпус аппарата.

Движение АНПА-1 обеспечивается ДРК на базе электродвижущих устройств. ДРК получает сигналы управления от бортовой интеллектуальной САУ движением АНПА-1. Для оценки степени угрозы столкновений между агентами группы АНПА предлагается в состав САУ для каждого АНПА ввести специальные блоки - блок «Модель навигационной обстановки» (МНО) вокруг соответствующего АНПА и блок «Идентификатор

навигационных угроз» (ИНУ) для этого АНПА. Строить указанные блоки целесообразно с привлечением теории нечеткой логики [8].

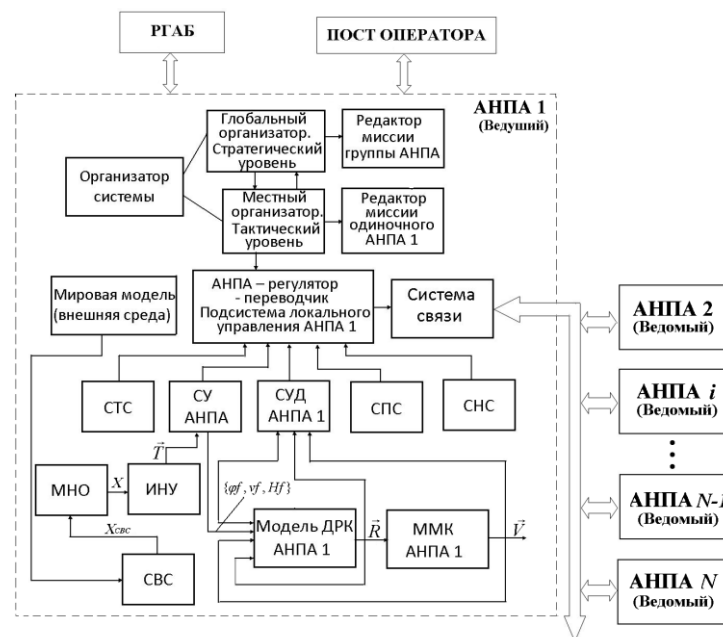


Рис.2 Гибридное управление, отображаемое в иерархическую архитектуру управления для каждого аппарата в гетерогенной / гомогенной системе с группой АНПА

САУ по сигналам управления $\{\phi, \psi, H\}$, а также обратными связями от НС (навигационной системы) и СВС (системы сенсоров внешней среды) формирует управляющие воздействия, которые обеспечивают последующее поведение АНПА-1.

ММ К АНПА1 – Математическая модель корпуса АНПА1. На выходе корпуса будет переменный вектор скорости движения, $\vec{V}$. Интегрирующая скорости получает путь. Реакция воды действует на корпуса аппарата.

Имеется система связи, чтобы связаться с другими аппаратами.

СВС – Система сенсоров внешней среды. Информацию о состоянии окружающей среды АНПА-1 получает от системы сенсоров внешней среды (СВС), в которую входит набор ультразвуковых сенсоров дистанции (СД) и микропроцессорная система, по показаниям всех сенсоров определяет дистанцию до ближайшего объекта (помехи или иного аппарата). СД располагаются на мачте над АНПА-1 таким образом, чтобы обеспечить самую широкую результирующую диаграмму направленности системы СВС при минимальном воздействии на порог дистанции сенсоров.

Если СВС не проявляет сосел-АНПА в зоне действия СД, САУ АНПА-1 функционирует в режиме стабилизации параметров движения. То есть, САУ ГП АНПА будет пытаться выполнить равенство $\vec{X}(t) = \vec{X}_3$, где вектор $\vec{X}(t) = \{v, \varphi, h\}$ состоит из текущей скорости прямолинейного движения v , курса φ , и глубины погружения h АНПА-1.

Если СВС обнаруживает АНПА- сосед, САУ АНПА-1 должна перейти к режиму группового движения, который может развиваться по одному из следующих сценариев:

- При условии, когда АНПА- сосед находится в рабочей зоне, но очень близко к АНПА (в опасной зоне), что может вызвать столкновение. Регулятор нечеткой логики (РНЛ), вырабатывает управляющий сигнал в соответствии с выбранным алгоритмом регулирования в САУ-ГП, которая будет работать над программой и подает на исполнительный механизм (ИМ) системы АНПА, что осуществляет управление ДРК АНПА который обеспечивает его движение и АНПА отдаляется от АНПА-соседа, чтобы избежать столкновения на основе нечетких правил. Этим процессом называется адгезия;

- При умови, коли АНПА-сосід рухається в робочій зоні АНПА, але далеко від нього, т.е. удаляється від робочої зони. РНЛ виробляє керуючий сигнал в відповідності з вибраним алгоритмом регулювання в САУ-ГП, який буде працювати над програмою, а потім АНПА наблизиться до АНПА-сосіда, щоб підтримувати цілісність системи, щоб не втратити зв'язь, яка впливає на групу. Ця система називається когезією.

Інтелектуальна САУ груповим рухом АНПА пропонується реалізувати на базі РНЛ. Таким підходом знизить чутливість інтелектуальної САУ до шумів зворотних зв'язей і нелінійностей АНПА як об'єкта управління. САУ забезпечує стабілізацію швидкості прямолинійного руху, курсу і глибини занурення АНПА, а також реалізує алгоритми адгезії і когезії для забезпечення узгодженого руху групи АНПА.

Буде визначення керуючих сигналів всіх випадків в умовах на виконавчий механізм, а потім вивід керуючих сигналів. Буде обробка даних процесу і після цього і при умові u_2 , якщо АНПА ще має робочий час ГП, $T_{гп}$ і виконання завдання, система продовжує, як і вище постійно в цикл. В кінці даного робочого часу ГП, $T_{гп}$, коли АНПА більше не буде виконувати жодних завдань, місія буде завершена.

НС – Система навігаційних сенсорів. В склад АНПА-1 входить звичайна НС, яка складається з магнітного компаса, датчиків нахилу (крен, диферент), кутових швидкостей і глибини занурення. Також в склад НС входить доплерівський лаг, який дозволяє проводити на борту АНПА розрахунок координат місцезнаходження апарату, а також приймач супутникової навігаційної системи і ехолокаційна система. АНПА потребує точної навігаційної системи для локалізації, визначення місцеположення, відстеження шляху, керівництва і управління. Основним навігаційним пристроєм для АНПА є інерціальна навігаційна система (ІНС), так як високоточні навігаційні пристрої, такі як Глобальна система визначення місцеположення, мають обмежене застосування в підводній середі.

На підводному апараті встановлюють засоби навігації, які включають бортову автономну навігаційну систему, яка забезпечує визначення координат за принципом числення шляху; гідроакустичні і супутникові системи навігації, які дозволяють визначати локальні або абсолютні координати АНПА. Для того щоб організувати агенти групи, агенти повинні відповідати деяким вимогам, а саме: мати можливість отримувати завдання, на основі бібліотеки даних перекладати задачі в математичний апарат, ретранслювати задачі іншим агентам.

Спеціалізований моделюючий комплекс групи АНПА на рисунку 5 як склад структур управління для кожного апарату, де один з апаратів сконфігурировано як ведучий, а інші – як ведомі.

Структура взаємодій така: регулятор ведучого групи виконує процедуру формування точок вибірки і зв'язує точки вибірки разом з часом координації з іншими груповими регуляторами; по прибутті в призначену точку вибірки кожен груповий регулятор надсилає повідомлення з зразком ведучого АНПА; процес починається знову, коли ведучий отримує зразки з інших групових регуляторів, а умова завершення не відповідає дійсності.

Процедури самоорганізації апаратів для створення команди на практиці визначають архітектуру апаратів на основі задачі, для якої вони були створені, а також враховують середовище, в якому вони будуть працювати.

Не менш важливо при проектуванні архітектури інформація про кількість агентів, які будуть працювати над задачею, і будуть вони взаємодіяти один з одним. Самоорганізація за параметром – здатність групи координувати свої дії на основі показань його сенсорних підсистем, а здатність групи цілеспрямовано керувати розміщенням і переміщенням апаратів в просторі – самоорганізація в просторі.

Глобальний організатор і локальний організатор, грають роль організатора системи для всієї команди АНПА в архітектурі. Глобальний організатор в ведучому АНПА реалізує стратегію координації системи і визначає, коли місія завершена, і коли вся система потребує перенастроювання. Местний організатор відповідає за управління рухом і діагностику несправностей кожного АНПА.

Гетерогенні системи мульти – АНПА координуються в такій стратегії, що один центральний АНПА в якості ведучого приводить до того, деякі АНПА з низькою ціною в якості ведомих АНПА, з забезпеченням точної акустичної навігації. Хоча в групі зазвичай є один головний АНПА, глобальний організатор в архітектурі управління забезпечує кожен підпорядкований АНПА здатністю як ведучого. Коли підпорядковані АНПА в команді не можуть отримати інформацію від ведучого АНПА в час очікуваного тимчасового інтервалу, один з них може зайняти позицію в якості ведучого за наявності існуючого

глобального організатора. Таким образом, вся команда АНПА будет надежной, если ведущий АНПА будет потерян или рухнет.

Особенностью этой архитектуры является наличие стратегического уровня интеллектуальной системы управления (система управления поведением), позволяющий реализовать сложные задачи АНПА, приводящие к решению им поставленной задачи и выполняет функции коллективной организации. Уровень стратегического управления группы АНПА реализуется ведущем группы и включает в себя развитие стратегического поведения *i*-ой группы АНПА: анализирует данную задачу; разрабатывает общий план миссии для *i*-ой группы АНПА.

Глобальный контроллер организера находится либо в ведущем режиме, либо в ведомом АНПА. Глобальный организатор каждого аппарата заботится о сотрудничестве с другими АНПА и принимает решение о единой системе на основе событий. Во время своей работы, в каждой отдельной группе есть только один ведущий.

Уровень тактического управления группы АНПА предусматривает фактическую реализацию и разрабатывает задачи поисковой миссии для каждого АНПА *i*-й группы. Он выбирает из базы данных законы идентификации, проверки объектов и документирования результатов; определяет режимы и форматы коммуникации для АНПА *i*-й группы между собой, ведущем группы и уровнем стратегического управления.

Мировая модель представляет собой представление об окружающей среде, в которой работает АНПА. В этом контексте это также будет включать представление и информацию о других аппаратах в коллективе.

Оперативное использование Мировой модели по существу является встроенным хранилищем информации, а также набором инструментов (алгоритмов), которые могут отвечать на запросы и обрабатывать информацию в других формах, когда это необходимо.

В предложенной архитектуре управления гетерогенные системы с несколькими АНПА могли не только реализовывать согласованные стратегии в конфигурации ведущего-ведомого во всей команде, но также легко обрабатывать неоднородность в архитектуре внутри отдельных АНПА.

Выводы:

- 1). Поставлено типичное расположение и связь между АНПА во время подводной миссии.
- 2). Разработана структура специализированного моделирующего комплекса группы АНПА для компьютерного исследования установившихся режимов группового перехода в пространственном движении.
3. Впервые, на основе разработанной структуры группы АНПА, создан специализированный моделирующий комплекс, позволяющий исследовать управляемое согласованное групповое движение группы в режимах группового перехода в неопределенности, что позволяют алгоритмы адгезии и когезии.
- 4). С предлагаемой архитектурой управления группой АНПА могли не только реализовывать согласованные стратегии ведущего-ведомого во всей группе, но также легко обрабатывать неоднородность в многоуровневой архитектуре внутри отдельных АНПА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Блинцов, В. С. (2005). Моделирующий комплекс для исследования свойств подводной буксируемой системы как объекта управления. *Институту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова*. Спец. вип. : у 2 т. Т. 1. (С. 22–27) К. : НАН України, ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова.
- [2] С. В. Блінцов, Тхи Доан Фук. (2013). Особливості групового керування автономними підводними апаратами при виконанні пошукових робіт. (с. 56-59). *Восточно-Европейский журнал передових технологій*. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2013_6%289%29_12
- [3] О. В. Блінцов, В. В. Соколов. (2017). Спеціалізований моделюючий комплекс для дослідження динаміки руху підводної буксированої системи. *Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: № 3* с. 63-69 DOI <http://110.15589/jnn20170308>
- [4] Nicolas Carlési, Fabien Michel, Bruno Jouvencel, Jacques Ferber. (2011). Generic architecture for multi-AUV cooperation based on a multi-agent reactive organizational approach. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. (pp.5041-5047). DOI: <http://10.1109/IROS.2011.6095036>
- [5] Volodymyr Blintsov, Leo Tosin Aloba. (2019). Control automation of maritime unmanned complex with a group of autonomous underwater vehicles. *EUREKA: Physics and Engineering*. Number 4. P. 54-62. DOI: <http://110.21303/2461-4262.2019.00940>
- [7] С.В Блинцов. (2014). Теоретичні основи автоматичного керування автономними підводними апаратами [Текст]: Монографія - *Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова*. Миколаїв: 222 с.
- [8]. Zhanna Yu. Burunina, Andrii M. Voitysyk, Leo T. Aloba, Viktor I. Korytskyi, Andriy S. Sirivchuk, Aleksandr P. Klochkov. (2018). Experimental Study of Group Control Laws for an Autonomous Unmanned Underwater Vehicle as a Group Agent. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*, №2(10). Pp. 116-126.

<http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/2750/Burunina.pdf?sequence=1>

Abstract - The typical locations and communications between the Autonomous underwater vehicles (AUVs) during an underwater mission are set. For the first time, an AUV group specialized modeling complex (SMC), which includes intelligent automatic control systems in group transition (ACS-GT) modes and allows adhesion and cohesion algorithms with the neighbors in the group, with homogeneous and heterogeneous AUVs, was created.

Key words: autonomous underwater vehicle, group control, specialized modeling complex, adhesion, cohesion, intelligent automatic control system.

УДК 681.05

СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК СКЛADOVA СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДНА

Сабуцький Ігор Петрович

інженер-електромеханік, SC "Uniteam Marine", м. Херсон

sabutskyi1994@gmail.com

Анотація. З позицій комплексної автоматизації судна розглянуто основні принципи побудови сучасних автоматизованих систем їх пожежної безпеки. Наведено класифікацію пожеж за видами горючих матеріалів. Запропоновано концепцію побудови автоматизованої системи пожежної безпеки судна, що включає основні заходи з профілактики та моніторингу пожеж, автоматичного пожежогасіння та залучення екіпажу судна до протипожежних дій та аналізу результатів протипожежної діяльності.

Ключові слова: пожежна безпека судна, система комплексної автоматизації.

Вступна частина.

Судно являє собою закриту систему, до якої пред'являються підвищені вимоги в плані пожежної безпеки. Незалежно від виду, призначення, району плавання, виду двигуна, матеріалів корпусу і надбудови та інших параметрів водний транспорт повинен мати ефективне [обладнання для пожежогасіння](#). Це забезпечить безпеку персоналу та пасажирів і мінімізує шкоду в разі надзвичайної ситуації.

Система пожежогасіння на судні проектується з урахуванням можливих причин пожежі - від особливостей конструкції судна до характеру перевезених вантажів і людського фактору.

Пожежа - це вогонь, що вийшов з-під контролю людини. Горіння - це хімічна реакція окислювально-відновного характеру: матеріал + тепло + кисень. Щоб зупинити реакцію горіння, необхідно понизити температуру й/або припинити доступ кисню.

Сучасні досягнення в галузях автоматики та комп'ютерної техніки дають змогу створювати системи протипожежної безпеки суден (СПБ) як складові їх комплексної автоматизації [1].

Це робить актуальним завдання повної автоматизації СПБ, що відкриває нові можливості щодо підвищення безпеки екіпажів і пасажирів суден, а також збереження вантажів.

Основна частина.

Сьогодні всі установки і системи судна з позицій автоматизації діляться на наступні основні п'ять видів:

- економіко-експлуатаційні,
- судноводіння
- енергетичних установок
- обробки вантажів
- загальносуднових систем (рис. 1).

З позицій комплексної автоматизації всі зазначені види установок і систем судна мають функціонувати як складові єдиної системи керування, що забезпечує максимальну ефективність виконання ним експлуатаційних завдань з одночасним забезпеченням безпеки екіпажу і пасажирів, а також безпечної доставки вантажу та збереження судно як транспортного засобу.



Рисунок 1 – Системи комплексної автоматизації судна

У складі комплексу систем, що забезпечують живучість судна, СПБ займають провідне місце, оскільки їхні характеристики суттєво впливають на функціонування суден за призначенням. Такі системи проектується з урахуванням можливих причин пожежі – від особливостей конструкції судна до характеру перевезених вантажів і людського фактору.

Склад сучасних автоматичних СПБ показано на рис. 2.

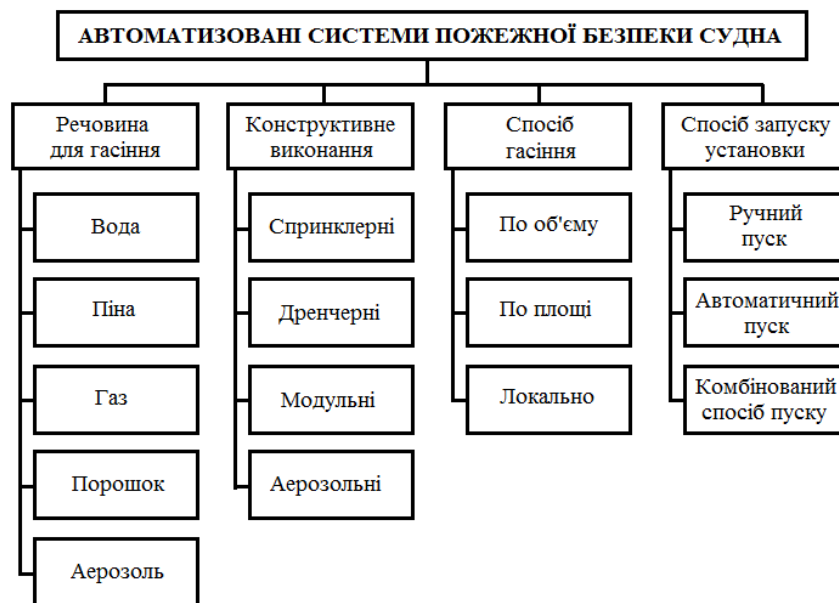


Рисунок 1 – Автоматизовані системи пожежної безпеки судна

Для успішного гасіння пожежі необхідно застосовувати найбільш ефективну вогнегасну речовину, питання про вибір якої повинне бути вирішене практично миттєво. Правильний його вибір дозволить знизити пошкодження судна і небезпеку для всього екіпажу та вантажу [2].

Це завдання значно полегшується введенням класифікації пожеж та розподілом їх на чотири класи, які позначаються латинськими буквами А, В, С, D. До кожного класу віднесено пожежі, пов'язані із загорянням матеріалів, що мають однакові властивості при горінні і вимагають застосування одних і тих ж вогнегасних речовин. Тому для успішної боротьби з пожежею абсолютно необхідним є знання цих класів, а також характеристик горючості матеріалів, наявних на судні.

Класифікація пожеж має кілька стандартів, наприклад: ISO 3941 (стандарт Міжнародної організації стандартів) і стандарт NFPA10 (National Fire Protection Association).

Пожежі класу А - це пожежі, пов'язані з горінням твердих (утворюючих золу) горючих матеріалів, які можуть бути погашені за допомогою води і водних розчинів. До таких матеріалів відносяться: деревина і деревні матеріали, тканини, папір, гума та деякі пластмаси.

Пожежі класу В - це пожежі, викликані горінням займистих або горючих рідин, горючих газів, жирів і інших подібних речовин. Гасіння цих пожеж здійснюють припиненням надходження кисню до вогню або запобіганням виділення горючих парів.

Пожежі класу С - це пожежі, що виникають під час займання електрообладнання під напругою, провідників струму чи електроустаткування. Для боротьби з такими пожежами використовують вогнегасні речовини, які не є електропровідними.

Пожежі класу D - це пожежі, пов'язані з горінням горючих металів: натрію, калію, магнію, титану або алюмінію і ін. Для гасіння таких пожеж використовують теплопоглинальні вогнегасні речовини, наприклад деякі порошки, які не вступають в реакцію з палаючими металами.

Впровадження сучасних інформаційних технологій у суднові системи автоматики дає змогу реалізувати нові підходи до їх побудови, що забезпечує:

- системний характер автоматизації, що охоплює всі сторони функціонування судна як специфічного транспортного засобу у всьому їхньому взаємозв'язку;

- збалансований розподіл вищих функцій керування між людиною й керуючою ЕОМ з обліком ергономічних, психологічних і економічних вимог;

- використання математизованих моделей керування й автоматичний пошук оптимуму за заданим критерієм, використання принципів самоналаштування і структур, що навчаються, на основі потужних ЕОМ, що надають можливість мати велику бібліотеку програм.

З метою повної автоматизації процесів забезпечення пожежної безпеки – протипожежного моніторингу, виявлення пожеж та їх ліквідації – доцільно впроваджувати у морську практику наступну концепцію пожежної безпеки: «профілактика пожеж (ПП) - моніторинг протипожежного стану судна (МП) - сигналізація про пожежу (СП) – автоматичне включення СБП судна (АВ) – боротьба екіпажу з виявленою пожежею (БП) – аналіз результатів роботи СБП (АР)».

Множина КПБ робіт з реалізації складових концепції пожежної безпеки судна може бути представлена наступним чином:

$$\text{КПБ} = \{\text{ПП}; \text{МП}; \text{СП}; \text{АВ}; \text{БП}; \text{АР}\}. \quad (1)$$

Кожна з наведених робіт концепції утворює окрему задачу, розв'язок якої має супроводжуватись автоматичним веденням документації про хід та результати її виконання як складової системи комплексної автоматизації судна взагалі і, зокрема, як підсистеми боротьби за живучість судна.

Найбільш дієвими є автоматизовані системи, що забезпечують об'ємне розпилення вогнегасної речовини (води, пара, піни, аерозолі) на відкритих і прихованих шляхах поширення полум'я.

За нормами міжнародних класифікаційних товариств системи об'ємного пожежогасіння на пасажирських і вантажних судах річкового / морського флоту, а також на буксирах та інших видах водного транспорту повинні забезпечувати ефективну протипожежний захист таких об'єктів, як:

- машинні відділення, котельні, генераторні, насосні, розподільчі щити;
- вентиляційні системи в приміщеннях для механічного та електрообладнання;
- кофердами і відсіки для цистерн з паливом, мастилом, підсланевими водами;
- комори для зберігання легкозаймистих рідин і газів;
- приміщення загального призначення (для пасажирів і екіпажу).

У доповіді висвітлюються особливості автоматизації наведених складових концепції пожежної безпеки судна та вимоги до побудови СБП судна у рамках його комплексної автоматизації.

Висновки.

1. Розглянуто основні принципи побудови сучасних автоматизованих систем пожежної безпеки судна як складових системи його комплексної автоматизації та наведено класифікацію пожеж за видами горючих матеріалів.

2. Запропоновано концепцію пожежної безпеки судна як множину робіт, що охоплюють основні заходи з профілактики та моніторингу пожеж, автоматичного пожежогасіння та ролі екіпажу судна, а також з аналізу результатів протипожежної діяльності.

3. Наведена концепція утворює теоретичне підґрунтя для побудови високоефективної системи автоматичної протипожежної системи як складової системи комплексної автоматизації судна.

REFERENCES

1. Sistemy kontrolya sostoyaniya podsystem tankera s ispolzovaniem sovremennoy elementnoy bazy. Retrieved from: <https://works.doklad.ru/view/AQ-mL5Es6LU/all.html>
2. Borba s pozharom na sudakh. Retrieved from: https://www.trans-service.org/ru.php?section=info&page=bezop&subpage=pozhar_07

Sabutskyi I.P.

Fire safety system as a component of complex of vessel automation systems

Abstract. From the standpoint of integrated ship automation, the basic principles of construction of modern automated systems for their fire safety are considered. The classification of fires by types of combustible materials is given. The concept of construction of the automated system of fire safety of the vessel is offered, which includes the basic measures on prevention and monitoring of fires, automatic fire extinguishing and involvement of crew of the vessel in fire-fighting actions and the analysis of results of fire-prevention activity.

Key words: ship fire safety, complex automation system.

УДК 629

АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ В ТОЧЦІ АВТОНОМНОГО НЕНАСЕЛЕНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА З РАДІОБУЄМ В РЕЖИМІ ТРАЄКТОРНОГО РУХУ

старший викладач кафедри ЕІС та РК Сірівчук Андрій Сергійович,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова,
Україна м. Миколаїв
sirivchuka@gmail.com

Анотація. В роботі представлено режим траєкторного руху автономного ненаселеного апарата з радіобуєм, що забезпечується системою стабілізації в точці. Представлено три методи побудови траєкторії: задача контрольними точками, задача точками з фіксованим кроком та побудова траєкторії з огинанням перешкод методом потенційних полів.

Ключові слова: траєкторний рух, метод потенційних полів, автономний ненаселений підводний апарат.

Актуальність роботи. Висвітлення підводної обстановки включає в себе низку різноманітних вимірювань, як точкових так і дистанційних. Автоматизація процесу моніторингу може не тільки зменшити трудові та матеріальні витрати на його проведення, а також збільшити достовірність отриманих даних. Одним з ефективних напрямків автоматизації даного процесу є використання підводних апаратів (ПА), як носіїв вимірювального або технологічного обладнання. Для мілководних акваторій пропонується використання саме автономних ненаселених підводних апаратів з радіобуєм [1].

Розроблена система стабілізації в точці побудована для АНПА РБ до складу рушійно-кормового комплексу якого не входять рушіїв, що можуть забезпечити лаговий рух. Така структура рушійно-кормового комплексу, зазвичай, використовується на ПА пошукового типу. Таким чином бокове зміщення при наявності зовнішніх збурень необхідно компенсувати корегуванням курсу ПА. Більш детальний опис системи стабілізації представлений в [2].

Метою роботи є аналіз роботи системи стабілізації в точці в режимі траєкторного руху при використанні різних методів задачі траєкторії.

Викладення основного матеріалу

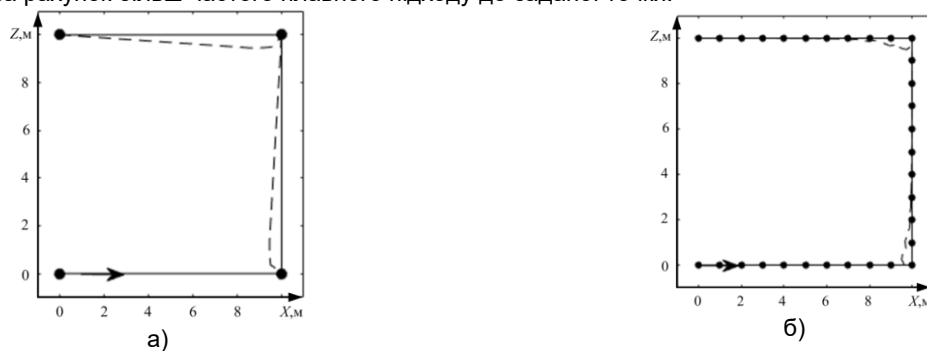
Систему стабілізації в точці можна використовувати для траєкторного руху АНПА РБ, при цьому траєкторний рух представляється масивом точок які необхідно досягнути.

Алгоритми розбиття траєкторії на масив заданих точок можна реалізувати двома способами: розбиття траєкторії на рівні відрізки точки яких лежать на заданій траєкторії та установка контрольних точок які є кінцями прямолінійних частин траєкторії. Коли АНПА РБ підходить на задану відстань від установленної точки тоді проходить збільшення ідентифікатору на одиницю і апарат проходить до наступної.

Проходження підводного апарата по заданій траєкторії зображено на рисунку 1. Для проходження траєкторії задаємося двома траєкторіями. Перша траєкторія задається контрольними точками до яких апарат повинен дістатися, а другим – ту ж саму траєкторію руху з кроком 1 м.

За допомогою даного регулятора також можна забезпечити режим патрулювання або проходження по заданій траєкторії, яка характеризується масивом точок. Чим більша точність вимагається від траєкторного

руху, тим меншим повинна бути відстань між двома заданими точками траєкторії, тим самим збільшується час руху АНПА РБ за рахунок більш частого плавного підходу до заданої точки.



а) траєкторія задана контрольними точками; б) траєкторія задана точками з кроком 1 м

Рис. 1 Проходження по траєкторії АНПА РБ

Основні показники якості траєкторного руху зведено до таблиці 1. Під час траєкторного руху для збільшення швидкодії приймається допустиме відхилення від заданої точки, таким чином при наближенні АНПА РБ до точки з заданою точністю в якості завдання вмикається наступна точка траєкторії.

Табл. 1 Показники якості траєкторного руху АНПА РБ

№	Показник	Контрольні точки	Заданий крок
1	Допустиме відхилення, м	0,1	0,2
2	Час проходження, с	57	115
3	Максимальне відхилення від траєкторії, м	0,3	0,25

На закритих акваторіях під час автоматичного руху АНПА можуть виникати перешкоди. Тому для тактичного рівня системи керування також виникає необхідність будувати траєкторію з урахуванням необхідності огинання можливих перешкод.

Для прокладання безпечного маршруту між контрольними точками доцільно використовувати метод потенційних полів. Цей підхід не вимагає ні квантизації простору, ні повних попередніх розрахунків. Суть методу полягає в тому, що кожна перешкода має навколо себе відразливе потенційне поле, сила якого обернено пропорційна відстані від нього; так само існує однорідна сила притягання до цілі. Через близькі постійні інтервали часу обчислюється сума векторів притягання та відштовхування. Результуючий вектор вказує напрям та швидкість руху [3].

Для побудови траєкторії руху АНПА використовуємо ситуацію при якій на його шляху знаходяться дві перешкоди (рис. 2).

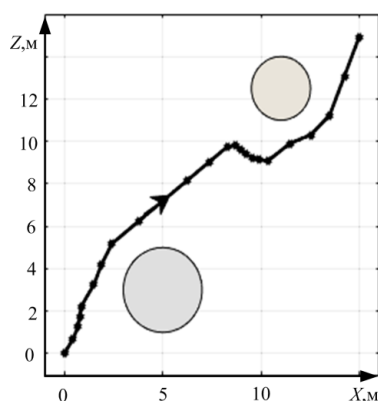
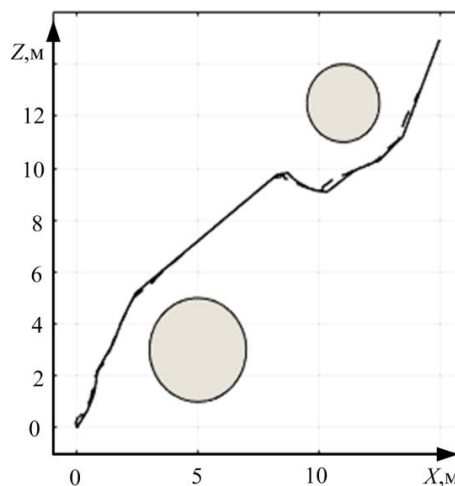


Рис 2 Траєкторія обходу перешкод

Побудована траєкторія руху забезпечує його безпечний рух на відстані не менше 1,5 м від перешкоди. Моделювання руху АНПА РБ представлено на рисунку 3.



----- діюче значення; — задане значення

Рисунок 3 Проходження по траєкторії АНПА РБ з огинанням перешкод

Відхилення від траєкторії складає не більше 30 см, що обумовлено розміщенням двигунів в кормовій частині апарата, це дає зміщення центру мас при повороті АНПА РБ та відсутності можливості компенсації лаговим рухом.

Висновок. Таким чином задачу траєкторного руху з використанням системи стабілізації в точці можна вважати ефективною і в залежності від типу місії обирати методологію задачі траєкторії. Так для обстеження захищеної акваторії гідроакустичними засобами більш важливим є підтримання сталості руху ніж точність позиціонування, таким чином задача траєкторії методом контрольних точок є більш сприятлива, а при відеодокументуванні стану донної поверхні або гідротехнічних споруд більша увага приділяється саме точності проходження по траєкторії, де більш доцільно використання другого методу представлення траєкторії.

REFERENCES

1. Blintsov Volodymyr, Maidaniuk Pavlo, Sirivchuk Andrii Improvement of Technical Supply of Projects of Robotized Monitoring of Underwater Conditions in Shallow Water Areas. *«EUREKA: Physics and Engineering»*, 2019. Number 3. P. 41-49. DOI: 10.21303 / 2461-4262.2019.00893
2. Сірівчук А. С. Синтез регулятора позиціонування підводного апарата пошукового типу. *Підводна техніка і технологія: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю* : в 2 ч. Миколаїв: НУК, ЧІ. 2019. С. 52-55.
3. Сірівчук А. С. Розробка математичної моделі керування траєкторією руху підводного апарата. *Міжнародний науково-виробничий журнал «Підводні технології»*. 2017. №5. С. 32-39.

Sirivchuk A.S.

Analysis of the stabilization system at the point of an autonomous uninhabited underwater vehicle with a beacon in the trajectory mode

The paper presents the mode of trajectory movement of an autonomous uninhabited vehicle with a beacon, which is provided by a stabilization system at a point. Three methods for constructing a trajectory are presented: the problem with control points, the problem with fixed-pitch points, and the construction of a trajectory with enveloping obstacles using the potential field method.

Key words: trajectory movement, method of potential fields, autonomous uninhabited underwater vehicle.

УДК 681

**РОЗРОБКА БЛОКА РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ
ДЛЯ АРГОНОДУГОВОГО ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПАЛЬНИКА**

старший викладач кафедри ЕІС та РК Войтасик Андрій Миколайович,
студент гр. 3308зст Крикливенко Дмитро Олександрович,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова,
Україна, Миколаїв
andrii.voitasyk@nuos.edu.ua, dmitrykri1997@gmail.com

Анотація. В роботі розроблено 3D модель конструкції блока рідинного охолодження для аргонодугового зварювального пальника відповідно до визначених параметрів виконавчого гідравлічного та електричного обладнання. Запропонований виріб надає можливість працювати зварювальним пальником безперервно з високою потужністю і без перегрівання.

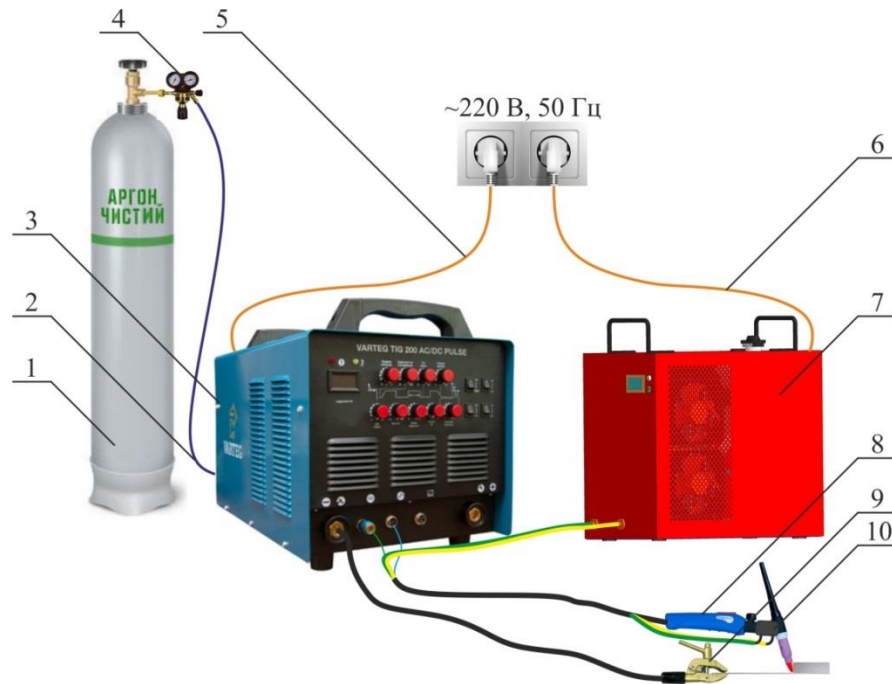
Ключові слова: блок рідинного охолодження, зварювальний пальник, вентилятор охолодження, охолоджуюча рідина

Вступна частина. Під час тривалого процесу зварювання струмом 200 А та більше пальник аргонодугового апарата має здатність перегріватися. Це у свою чергу призводить до сильного перегрівання рукоятки пальника та скорочує строки експлуатації виробу в цілому. Через таку проблему зварювальник має виконувати паузи в роботі, очікуючи охолодження паяльника до номінальної температури, а це відповідно позначається на неефективності тривалого застосування даного методу зварювання [1]. Дану проблему можна вирішити застосуванням блока рідинного охолодження (БРО). Він надасть можливість працювати зварювальним пальником безперервно з високою потужністю і без перегрівання. За допомогою підключених каналів (шлангів) БРО ускладнює застосування зварювального пальника і збільшує його габарити, проте можливість тривалої роботи, від цього пристрою, на струмах 200 А та вище переважає ці незручності. Згідно з цим, **ціль роботи** – розробка БРО для аргонодугового зварювального пальника.

Основна частина.

Запропонована конструкція БРО для аргонодугового зварювального пальника виготовляється у вигляді прямокутного блоку (рис. 1). В нижній частині конструкції БРО розташовуються чотири опорні ніжки. Це означає, що даний виріб призначений лише для вертикальної установки на робочій поверхні (підлозі, столі, тумбі і т.п.). Транспортування виробу здійснюється за допомогою двох ручок встановлених у верхній частині каркасу. З усіх боків блок захищений металевими стінками виготовленими з алюмінію. Для доступу повітря в середину блоку на лівій та правій стінках передбачено перфорацію. Вмикання/вимикання пристрою виконується кнопкою розташованою на передній панелі блоку. Про наявність електричної енергії та власне роботу виробу можна дізнатися по підсвічуванню світлового індикатора зеленого кольору. Індикатор температури інформує користувача лише про поточну температуру. Регулювання рівня охолодження робочої рідини здійснюється в автоматичному режимі і не потребує втручання користувача.

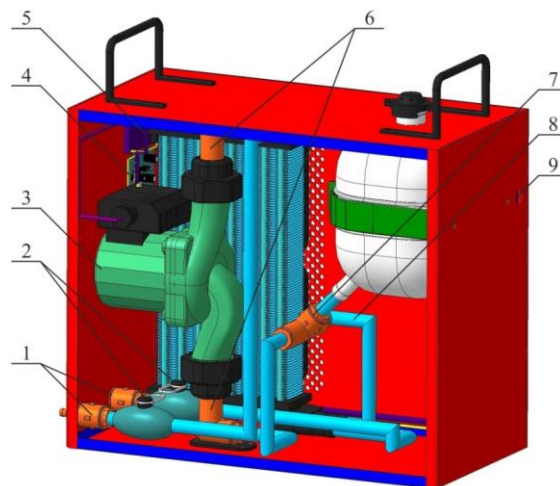
Для безпечної експлуатації виробу користувачу необхідно під'єднати зовнішній контур охолодження аргонодугового пальника до вхідного та вихідного каналу БРО (1, рис. 2). Потім відкривши праву стінку виробу відкрити два крани подачі рідини (2, рис. 2). Перевірити рівень охолоджуючої рідини (антифризу) в баці та при відхиленні його від норми долити через горловину баку. Під'єднавши кабель енергоживлення до мережі змінного струму напругою 220 В з частотою мережі 50 Гц натиснути кнопку вмикання. Споживча потужність виробу під час роботи не буде перевищувати 90 Вт.



1) – балон з газом; 2) – газовий шланг; 3) – зварювальний апарат; 4) – редуктор;
 5) – мережевий кабель живлення апарата; 6) – мережевий кабель живлення БРО; 7) – БРО;
 8) – пальник; 9) – клемма заземлення; 10) – камера охолодження

Рисунок 1.1 – Склад аргонодугового електроустаткування з застосуванням БРО

Циркуляція охолоджуючої рідини по блоку відбувається через поліетиленовий трубопровід з додатковим застосуванням насоса (8 та 3, рис. 2). Даний насос працює постійно від моменту вмикання до моменту вимикання пристрою підтримуючи тим самим постійний рух рідини через охолоджуючий контур пальника до радіатора [2]. Таке технічне рішення сприяє рівномірному розподілу надлишкової температури по всьому радіатору.

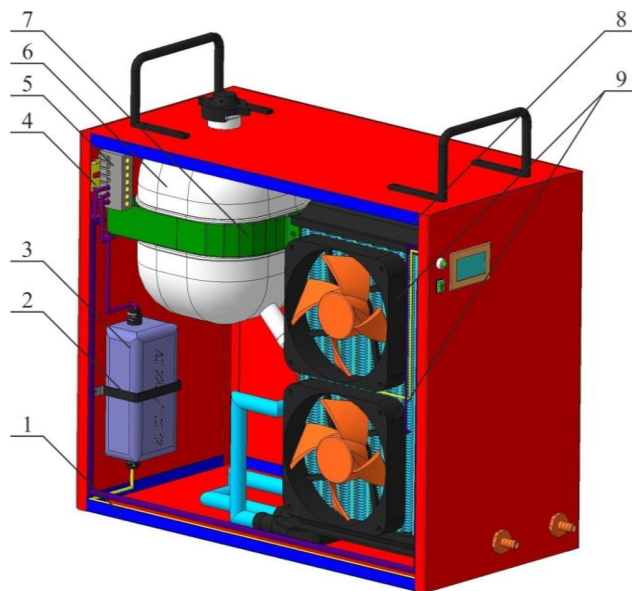


1) – прямі фітинги; 2) – запірні арматури; 3) – насос; 4) – плата керування;
 5) – індикатор температури; 6) – кутові фітинги; 7) – потрібний фітинг;
 8) – поліетиленовий трубопровід; 9) – вихід кабелю енергоживлення

Рисунок 2 – 3D модель конструкції БРО (вид ззаду, без правої стінки)

Примусове охолодження радіатора виконується застосуванням двох вентиляторів охолодження, які вмикаються з різною частотою обертання відповідно до потреби охолодження рідини (9, рис. 3). Керування швидкістю обертання вентиляторів реалізовано через широтно-імпульсну модуляцію (ШИМ) [3, 4].

Для живлення плати керування (4, рис. 2) електроенергією застосовано перетворювач напруги, який на виході забезпечує 12 В постійної напруги (3, рис. 3). Для закріплення перетворювача напруги та розширювального баку на рамі БРО застосовуємо алюмінієві хомути (2 та 7, рис. 3). Всі рухомі елементи конструкції закріплюємо гвинтами номіналами 3x10, 4x12 та 6x14 мм.



1) – рама; 2) – хомут №1; 3) – перетворювач напруги; 4) – DIN рейка; 5) – монтажна колодка; 6) – розширювальний бак; 7) – хомут №2; 8) – радіатор; 9) – вентилятори охолодження

Рисунок 3 – 3D модель конструкції БРО (вид спереду, без лівої стінки)

З'єднання провідників номіналом 220 В у БРО виконано через монтажну колодку (4, рис. 3), яка розміщується на DIN рейці у задній частині виробу (5, рис. 3). Циркуляційний насос розміщений вертикально та закріплений до верхньої та нижньої стінок каркасу.

Сенсор температури вкручується між пластинами трубчато-стрічкового радіатора на рівновіддаленій відстані від вентиляторів охолодження. Інформаційний кабель від сенсора надходить до плати керування.

По завершенню зварювальних робіт користувачу необхідно відкривши праву стінку виробу закрити два крани подачі рідини. Від'єднати кабель енергоживлення від мережі енергоживлення. Потім від'єднати зовнішній контур охолодження аргондугового пальника від вхідного та вихідного каналу БРО. Після цього виріб можна транспортувати.

Основні технічні характеристики запропонованої розробки наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики розробки

Найменування параметра	Значення
Напруга змінного живлення, В	220
Частота мережі, Гц	50
Споживча потужність виробу, Вт	90
Матеріал корпусу	алюміній
Сенсор температури	цифровий
Індикатор температури	LCD екран
Вентилятор охолодження	подвійний
Регулювання рівня охолодження	автоматичне з ШІМ
Діапазон регулювання охолодження	від +20 до +100
Радіатор	трубчато-стрічковий
Насос	циркуляційний

Охолоджуюча рідина	антифриз 65
Об'єм охолоджуючої рідини, л	3
Максимальний рівень шуму, дБ	68
Габаритні розміри, мм	400x200x344
Маса, кг	8,2

Висновки:

1. Відповідно до визначених параметрів виконавчого гідравлічного та електричного обладнання розроблено конструкцію блока рідинного охолодження для аргондугового зварювального пальника. Представлені основні технічні характеристики виробу отримані при побудові 3D моделі його конструкції. Запропонований виріб надає можливість працювати зварювальним пальником безперервно з високою потужністю і без перегрівання.

2. З метою ефективної роботи блока рідинного охолодження запропоновано реалізувати систему керування швидкістю обертання двох вентиляторів охолодження відповідно до значення поточної температури радіатора. Таке технічне рішення сприяє рівномірному охолодженню температури по всій поверхні радіатора.

REFERENCES

- [1] Чебан, В.А. (2006) *Сварочные работы*. Москва: Феникс.
- [2] Чичиндаев, А.В. (2009) *Тепломассообмен влажного воздуха в компактных пластинчато-ребристых теплообменниках*. Новосибирск: НГТУ.
- [3] Хофманн, М. (2013) *Микроконтроллеры для начинающих*. Санкт-Петербург: ВН.
- [4] Заец, Н.И. (2015) *Радиолюбительские конструкции на PIC- микроконтроллерах*. Санкт-Петербург: КОРОНА-Век.

Voitasyk A.M., Krukluvenko D.O.

Development of the fluid cooling unit for argon arc welding torch

According to certain parameters of the necessary hydraulic and electrical switching equipment was developed a 3D model of the fluid cooling unit. The offered product gives the chance to work with a welding torch continuously with high power and without overheating.

Keywords: vessel carrier; underwater vehicle; useful cargo; automatic control system

681.05

МОРСЬКІ НАДВОДНІ І ПІДВОДНІ БЕЗПІЛОТНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ РОБОТИ НА МІЛКОВОДДІ

Зварич Михайло Тарасович

Науково-дослідний центр «Державний океанаріум»

zvaricm15@gmail.com

Анотація. Показана актуальність створення вітчизняної багатоцільової морської безпілотної платформи, головним призначенням якої є інструментальне забезпечення виконання широкого спектру морських робіт у територіальних водах держави. Запропоновано основні прикладні наукові задачі як теоретичне підґрунтя для створення діючого макету багатоцільової морської безпілотної платформи.

Ключові слова: багатоцільова морська безпілотно платформа, наукові задачі.

Вступна частина.

Морська діяльність держав на мілководді в умовах, типових для територіальних вод України, вимагає широкого застосування безпілотних надводних і підводних засобів, оскільки застосування традиційних природоохоронних та гідрографічних технологій на глибинах менше 50 м може бути економічно недоцільним [1].

У розвинених морських країнах світу спостерігається стала тенденція щодо застосування в таких акваторіях безпілотних апаратів, керованих з мобільних чи стаціонарних пунктів управління, розташованих на кораблях (катерах) чи на суші [2].

Тому актуальним прикладним науковим завданням є розробка технологій та програмно-апаратного забезпечення, необхідних для створення автономних надводних і підводних платформ багатоцільового призначення, що дозволить з високою продуктивністю виконувати широкий спектр морських робіт в інтересах України.

Основна частина.

Призначенням таких платформ є пошук затонулих об'єктів, екологічні та археологічні дослідження, виконання картографічних та технічних робіт на морі [3, 4].

Законодавча основа для виконання робіт у територіальних водах України ґрунтується на наступних основних документах:

Національна програма досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморськ. басейну, інших районів Світового океану на 2009-2034 роки;

Концепція цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України "Комплексні біоресурсні, гідрофізичні і геолого-геофізичні дослідження морського середовища, перспективних нафтогазових структур та картування розподілу газогідратів в акваторії Чорного та Азовського морів";

Закон України «Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів»;

Міжнародна Конвенція про охорону підводної культурної спадщини ЮНЕСКО;

Постанова КМ України «Про затвердження Державної цільової оборонної програми будівництва кораблів класу "корвет"».

До головних напрямків підводної діяльності загальнодержавного значення в Україні належать:

захист людей і навколишнього середовища від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на акваторіях та у прибережній зоні, які виникають внаслідок промислової діяльності, бойових дій та природних катаклізмів;

розвідка та освоєння мінеральних та енергетичних ресурсів Чорного та Азовського морів;

природоохоронна діяльність на морі та на інших акваторіях держави;

культурно-історична діяльність, зокрема, комплексні роботи з підводної археології;

створення сучасних засобів надводної і підводної робототехніки в інтересах підвищення обороноздатності України.

Основним методом підводної діяльності загальнодержавного значення (ПДЗЗ) є проведення морських експедицій, під час яких виконуються пошукові, дослідницькі та підйомні роботи.

Безпечні платформи на цей час є напрямком розвитку морської техніки, що активно розвивається [5-7]. Зростаюча активність використання територіальних вод України як транспортних шляхів та місць добування енергоносіїв, мінеральних та харчових ресурсів, а також воєнні загрози з моря ставлять на порядок денний створення багатоцільової морської безпечної платформи (БМП) для контролю природних процесів та діяльності на цих акваторіях одночасно у трьох середовищах – підводному, надводному та морському повітряному.

На цей час Україна не має єдиної системи моніторингу підводної, надводної та повітряної обстановки у своїх територіальних водах, однак створено окремі зразки вітчизняних безпечних підводних апаратів та безпілотних літальних апаратів, які успішно експлуатуються. Розробка наукових основ системи керування БМП, який містить підводну і надводну компоненти, утворить теоретичне підґрунтя для інтеграції зусиль вітчизняних науковців на розв'язок низки завдань загальнодержавного значення:

пошук затонулих предметів, які становлять загрозу життю людей та судноплавству (Державна служба з надзвичайних ситуацій України);

моніторинг морського природного середовища (Мінекології та природних ресурсів України);

охорона територіальних вод та прибережних територій (Держприкордонслужба України);

охорона водних транспортних шляхів та портів (Мінінфраструктури України);

висвітлення підводної та надводної обстановки у територіальних водах держави (Міноборони України).

Таким чином, головне наукове завдання полягає у теоретичному забезпеченні розв'язку задачі загальнодержавного значення – створенні єдиної системи моніторингу морської підводної надводної обстановки у територіальних водах України на базі БМП з високоефективною системою автоматизованого та автоматичного керування ним у реальному часі [8].

Задачі, які мають бути вирішені для реалізації вищезазначеного завдання, наступні:

розробка концепції єдиної системи моніторингу морської підводної та надводної обстановки у територіальних водах України на базі БМП з автоматизованим та автоматичним керуванням;

розробка основ теорії автоматизованого та автоматичного керування у реальному часі БМЮП, яка містить підводну та надводну компоненти;

синтез узагальнених структур систем автоматизованого та автоматичного керування БМП;

синтез законів керування автономним та груповим рухом надводних та підводних складових БМБП в умовах невизначеності зовнішніх збурень та нестаціонарності просторових характеристик виявлених морських рухомих об'єктів;

розробка програмно-апаратних засобів, алгоритмічного та інформаційного забезпечення для системи автоматизованого та автоматичного керування БМБП, який містить підводну та надводну компоненти;

розробка проекту створення діючого макету БМБП у складі малорозмірних підводного та надводного апаратів з дослідним зразком системи автоматизованого та автоматичного керування;

розробка програми і методики лабораторних та морських натурних випробувань діючого макету БМБП з дослідним зразком системи автоматизованого та автоматичного керування;

створення та лабораторні і морські натурні випробування дослідного зразка системи керування діючим макетом БМБП у складі малорозмірних підводного та надводного апаратів.

Успішний розв'язок поставлених задач має створити теоретичні основи для створення нових зразків БМБП вітчизняного виробництва, що забезпечить підвищення продуктивності морських робіт у територіальних водах України та присутність вітчизняних засобів морської робототехніки на зовнішньому ринку.

Висновки

1. Доведено необхідність розробки і створення вітчизняної багатоцільової морської безпілотної платформи як інструментальної основи для виконання широкого спектру морських робіт в інтересах держави.

2. Сформульовано основні прикладні наукові задачі, успішний розв'язок яких утворить теоретичне підґрунтя для проектування, побудови та морських випробувань діючого макету багатоцільової морської безпілотної платформи.

REFERENCES

- [1] Ryzhkov, S.S., Blintsov, V.S., Yehorov, H.V., Zhukov, Yu.D., Kvasnytskyi, V.F., Koshkin K.V., ... Solonichenko, Yu.V. (2011). *Stvorennia universalnykh transportnykh suden i zasobiv okeanotekhniki* [Creation of universal transport vessels and means of ocean engineering] : Monografiya. Mykolaiv: NUK. p. 340 [in Ukrainian]
- [2] Button, Robert W., & John Kamp, & Thomas B. Curtin, & James Dryden. (200) A Survey of Missions for Unmanned Underwater Vehicles. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Взято з <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG808.html>
- [3] Підводна археологія північного Причорномор'я : Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. – Миколаїв, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2019. – 336 с.
- [4] Подводные технологии и средства освоения Мирового океана. (2011). М.: Издательский дом «Оружие и технологии».
- [5] The UK National Strategy for Maritime Security. Retrieved from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/322813/20140623-40221_national-maritime-strat-Cm_8829_accessible.pdf
- [6] The National Strategy for Maritime Security. Retrieved from: <https://georgewebush-whitehouse.archives.gov/homeland/maritime-security.html>
- [7] National strategy for the security of maritime areas. Retrieved from: https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2016/01/strategie_nationale_de_surete_des_espaces_maritimes_en_national_strategy_for_the_security_of_maritime_areas.pdf
- [8] Бабкін, Г.В., & Блінцов, В.С., & Дружинін, Є.А., & Кійко, С.Г., & Книрік, Н.Р., & Кошкін, К.В., & Крицький, Д.М., & Рижков, С.С., & Слободян С.О., & Фаріонова, Т.А. (2017). Управління успішними проектами створення складної техніки: Монографія. Миколаїв: Видавництво Торубари В. В.

Zvarych Mykhailo T.

Offshore surface and underwater unmanned platforms for work in shallow water

Annotation. The shown relevance of creating a domestic multipurpose marine unmanned platform, the main purpose of which is to provide instrumental support for a wide range of offshore operations in the territorial waters of the state. The main applied scientific problems are proposed as a theoretical basis for creating a working model of a multipurpose marine unmanned platform.

Key words: multipurpose marine unmanned platform, scientific tasks.

УДК 621.865.8

ФОРМУВАННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯЦІЙНОГО РОБОТА НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЙ ЗВОРОТНИХ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ

Васильєв О.Г., кандидат технічних наук, доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
grigorich041949@gmail.com

Анотація. Робота присвячена розробці алгоритмів керування, виходячи з умови отримання бажаних траєкторій руху ланок манипулятора. На основі математичної моделі позиційного руху обертового модуля руки робота-манипулятора з урахуванням електропривода проведений синтез алгоритмів керування системи на основі концепцій зворотних задач динаміки. Складена програма, яка дозволила розрахувати та побудувати графіки змін у часі узагальнених координат, швидкостей та напруги для ланок робота ТУР-10.

Abstract. The work is devoted to the development of control algorithms, based on the condition of obtaining the desired trajectories of the manipulator. Based on the mathematical model of the positional motion of the rotary module of the robot manipulator arm, taking into account the electric drive, a synthesis of system control algorithms based on the concepts of inverse dynamics problems is performed. A program was compiled that allowed to calculate and plot graphs of changes in time of generalized coordinates, speeds and voltages for the TUR-10 robot.

Ключові слова: робот; математична модель; синтез алгоритмів керування.

Keywords: robot; mathematical model; synthesis of control algorithms.

Привод робота можна визначити як пристрій для перетворення сигналів, що надходять від системи керування, у механічне переміщення виконавчих ланок. Привод значною мірою визначає структуру й параметри як системи керування, так і механічної системи.

У маніпуляційних роботах застосовують різні види приводів: електричні, гідравлічні, пневматичні. Привод досліджуваного робота ТУР-10 - комбінований. Електродвигуни, застосовувані в приводі робота – двигуни постійного струму із збудженням від постійних магнітів. Вони відрізняються високою надійністю роботи, широкими регульованими властивостями, коли за умовами роботи потрібен широкий діапазон регулювання швидкості при невеликих втратах енергії, що дуже важливо для маніпуляційних роботів.

У маніпуляційних роботах мають місце підвищені вимоги до компактності привода, точності, до високого ККД, гарних динамічних якостей руху в широкому діапазоні швидкостей, до точної й надійної фіксації нерухомих положень руки робота й т.п.

Таким чином, метою даного дослідження є створення електропривода у вигляді єдиного компактного модуля, що включає в себе електродвигун, редуктор і частину коригувальних пристроїв.

У загальному випадку характер функціонування манипулятора залежить від ефективності алгоритмів керування й використовуваної динамічної моделі манипулятора. Завдання керування включає завдання формування динамічної моделі реального манипулятора й завдання вибору законів або стратегій керування, що забезпечують виконання поставлених цілей. Тому проведення синтезу алгоритмів керування з умови отримання бажаних траєкторій руху є актуальною задачею.

Схема електропривода промислового робота ТУР-10 містить електродвигуни постійного струму, механічні передачі, елементи зворотних зв'язків по положенню й швидкості, блок позиціонування, що включає в себе схеми керування, пристрій обмеження швидкості й підсилювач потужності.

Рівняння механічної рівноваги системи можна записати у вигляді [1]

$$M - M_{cm} = J \frac{d\omega}{dt},$$

де M - електромагнітний момент, що розвивається двигуном;

M_{cm} - момент опору на валу робочого органа;

J - момент інерції.

Електромагнітний момент двигуна постійного струму можна знайти з виразу

$$M = K_{\omega} \cdot I_a,$$

де I_a - струм якоря електродвигуна;

K_{ω} - коефіцієнт постійного потоку.

Напругу, прикладену до затискачів електродвигуна, можна знайти по формулі

$$U_a = I_a \cdot R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} + K_\omega \cdot \omega,$$

де I_a й R_a - індуктивність і опір якірного ланцюга відповідно;

ω - кутова швидкість двигуна.

Тому що індуктивність якоря двигуна дуже мала, будемо вважати, що $L_a = 0$.

Електропривод маніпулятора містить механічну передачу. З урахуванням цього напруга на якорі двигуна кожної ланки

$$U_{ai} = R_{ai} \cdot I_{ai} + \frac{j_i}{\rho_i} K_{\omega i} \dot{g}_i, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$\rho_{1,2} = \infty$$

Для кожної ланки визначимо вираз струму якірного ланцюга

$$I_{ai} = \frac{(U_{ai} - \frac{j_i}{\rho_i} K_{\omega i} \dot{g}_i)}{R_{ai}}, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Підставивши вирази, одержимо рівняння моментів, що розвиваються двигунами ланок

$$M_{\omega i} = \frac{K_{\omega i} (U_{ai} - \frac{j_i}{\rho_i} K_{\omega i} \dot{g}_i)}{R_{ai}}, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

У такий спосіб можна записати математичну модель динаміки маніпулятора з урахуванням моментів, що розвиваються двигунами.

У загальному виді рівняння динаміки маніпулятора ПР ТУР-10 мають вигляд [2].

$$\ddot{g}_i = (a_{1i} \dot{g}_i + a_{2i} g_i + a_i + e_i u_i) / a_{0i}, \quad i = 1 \dots 4, \quad (1)$$

де i - номер каналу керування.

Теорія синтезу алгоритмів керування нелінійних систем розвивалася по двом напрямкам. Один із цих напрямків характеризується розробкою суворих методів, заснованих на оптимізації динамічних систем. До них відносяться метод динамічного програмування, принцип максимуму, методи функцій Ляпунова й інші методи варіаційного обчислення. Дані методи складають основу математичної теорії оптимального керування. Однак їх застосування для вирішення прикладних задач зустрічає значні труднощі математичного й обчислювального характеру.

Інший напрямок у теорії синтезу нелінійних систем складають методи побудови алгоритмів керування з умови отримання бажаних траєкторій руху. Цей підхід дозволяє синтезувати такі алгоритми керування, які забезпечують досягнення необхідних динамічних характеристик системи.

Розглянутий метод, заснований на концепціях зворотних задач динаміки, відноситься до другого напрямку в теорії синтезу нелінійних систем [3].

Для синтезу алгоритмів керування маніпуляційного робота застосуємо метод, заснований на концепціях зворотних задач динаміки, суть якого полягає в наступному.

Нехай рівняння моделі керованого процесу можна записати у вигляді [4]

$$\dot{x} = f(x, \dot{x}, u); \quad x(0) = x_0; \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0,$$

де x - перемінна, що характеризує положення системи;

u - керуючий вплив.

Потрібно синтезувати такий алгоритм керування $u = u(x, \dot{x})$, при якому рух системи із точки

$u = u(x_0, \dot{x}_0)$ відбувається по траєкторії, обумовленій диференціальним рівнянням

$$\ddot{x}^* + \beta_1 \dot{x}^* + \beta_0 x^* = \beta_0 x^0, \quad (\beta_0, \beta_1 > 0), \quad (2)$$

при початкових умовах $x^*(0) = x_0, \quad \dot{x}^*(0) = \dot{x}_0$.

Виходячи з концепції зворотних задач динаміки алгоритм керування будемо будувати у два етапи: визначимо закон формування керуючого прискорення f^* , при якому реалізується траєкторія руху, а потім знайдемо керуючу функцію u^* , за допомогою якої створюється f^* .

Рух буде відбуватися по заданій траєкторії, якщо

$$f^*(x, \dot{x}) = \ddot{x}^* = \beta_0(x^0 - x) - \beta_1\dot{x}, \quad (3)$$

де x^0 - вплив, що задає, $\dot{x}^0 = const$; щоб перехід системи в $(x^0, 0)$ точку здійснювався по заданій траєкторії.

У процесі керування прискорення повинне змінюватися за законом (2).

Створити таке прискорення можна за допомогою керуючої функції u^* , яка визначається рівнянням

$$f(x, \dot{x}, u^*) = f^*(x, \dot{x}), \quad t > 0 \quad (4)$$

Нехай функція $f(x, \dot{x}, u^*)$ монотонно зростаюча по u при будь-яких $x, \dot{x}$. Тоді наближене рішення нелінійного рівняння (4) можна одержати за допомогою наступного алгоритму

$$u^*(t) = K\Delta f; \quad \Delta f = f^*(x, \dot{x}) - f(x, \dot{x}, u); \quad K > 0 \quad (5)$$

Ступінь наближення $u(t) \rightarrow u^*(t)$ тем вище, чим більше коефіцієнт підсилення K . У цьому випадку, отже, буде високою ступінь наближення $x(t) \rightarrow x^*(t)$.

Таким чином, закон керування можна записати у вигляді

$$\dot{u}(t) = K[f^*(x, \dot{x}) - \ddot{x}], \quad (6)$$

$$\text{де} \quad f^*(x, \dot{x}) = \beta_0(x^0 - x) - \beta_1\dot{x} \quad (7)$$

Відповідно до рівняння (1) динаміки досліджуваного робота

$$\ddot{g}_i = \frac{a_{1i}\dot{g}_i + a_{2i}g_i + a_i + e_i u_i - |F_{cmp}| \text{sign} \dot{g}_i}{a_{0i}}, \quad (8)$$

де $i = 1 \dots 4$.

Бажана траєкторія руху для ланок відповідно до (1)

$$\ddot{g}_i^* + \beta_{1i}\dot{g}_i^* + \beta_{0i}g_i^* = \beta_{0i}g_i^0 \quad (9)$$

Параметри β_{1i} й β_{0i} , що визначають якість бажаного перехідного процесу, мають наступні значення:

$$\begin{aligned} \beta_{11} &= 1,91, & \beta_{01} &= 0,91, \\ \beta_{12} &= 1,67, & \beta_{02} &= 0,69, \\ \beta_{13} &= 1,48, & \beta_{03} &= 0,55, \\ \beta_{14} &= 1,57, & \beta_{04} &= 0,62. \end{aligned}$$

Виходячи з (6), шуканий алгоритм рівняння має вигляд

$$\dot{u}(t) = K[\beta_{0i}(g_i^0 - g_i) - \beta_{1i}\dot{g}_i - \ddot{g}_i], \quad (10)$$

де $\ddot{g}_i$ визначається з (8).

Структурна схема системи керування зображена на рисунку 1.

Її особливістю є наявність контуру керування прискоренням. Практичне здійснення цього процесу засноване на виділенні другої похідної $\ddot{g}_i$ керованої величини за допомогою нелінійних блоків НБі.

Підставивши в (8) і (10) відповідні чисельні значення, одержимо систему диференціальних рівнянь, що є математичною моделлю системи керування. Промодельювавши цю систему на ЕОМ, можна побудувати графіки залежностей $\varepsilon_i(t) = g_i^0 - g_i$; $g_i(t)$; $u_i(t)$.

Для зниження порядку системи диференціальних рівнянь введемо наступні позначення:

$$\begin{aligned} g_1 &= x_1, & \dot{g}_1 &= x_2, & u_1 &= x_9, \\ g_2 &= x_3, & \dot{g}_2 &= x_4, & u_2 &= x_{10}, \\ g_3 &= x_5, & \dot{g}_3 &= x_6, & u_3 &= x_{11}, \\ g_4 &= x_7, & \dot{g}_4 &= x_8, & u_4 &= x_{12}. \end{aligned}$$

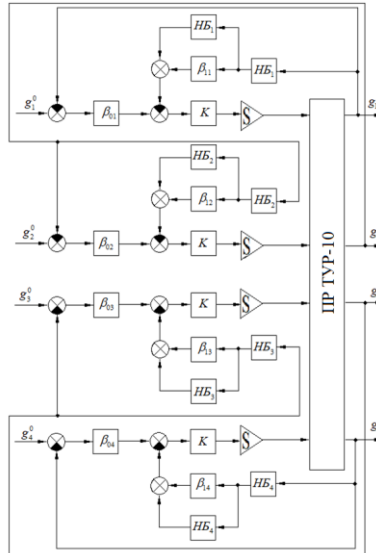


Рисунок 1 - Структурна схема системи керування

З урахуванням цього одержуємо систему:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= 0,19x_9 - 42,7x_2 - 0,45x_8 \cos x_1, \\ \frac{dx_3}{dt} &= x_4, \\ \frac{dx_4}{dt} &= 0,29x_{10} - 37,4x_4 - 0,067 \cos x_3 - 0,059x_5 \cos x_3 - 0,012, \\ \frac{dx_5}{dt} &= x_6, \\ \frac{dx_6}{dt} &= 0,12x_{11} - 125,46x_6 - 0,024 \sin x_3 - 0,035x_5 \cos x_3, \\ \frac{dx_7}{dt} &= x_8, \\ \frac{dx_8}{dt} &= 0,07x_{12} - 42,29x_8 - 0,16 \sin x_1, \\ \frac{dx_9}{dt} &= 600 \left[0,91(2,5 - x_1) - 1,91x_2 - \frac{dx_2}{dt} \right], \\ \frac{dx_{10}}{dt} &= 600 \left[0,69(1,2 - x_3) - 1,67x_4 - \frac{dx_4}{dt} \right], \\ \frac{dx_{11}}{dt} &= 600 \left[0,55(1,3 - x_5) - 1,48x_6 - \frac{dx_6}{dt} \right], \\ \frac{dx_{12}}{dt} &= 600 \left[0,62(1,7 - x_7) - 1,57x_8 - \frac{dx_8}{dt} \right]. \end{aligned}$$

Результати змін у часі узагальнених координат, швидкостей та напруги наведені на рисунках 2 - 4.

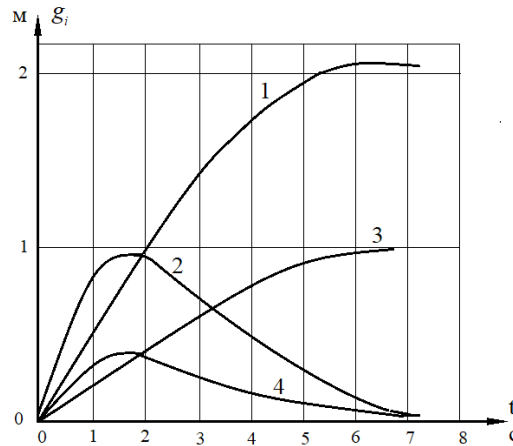


Рисунок 2 – Характер зміни у часі узагальнених координат

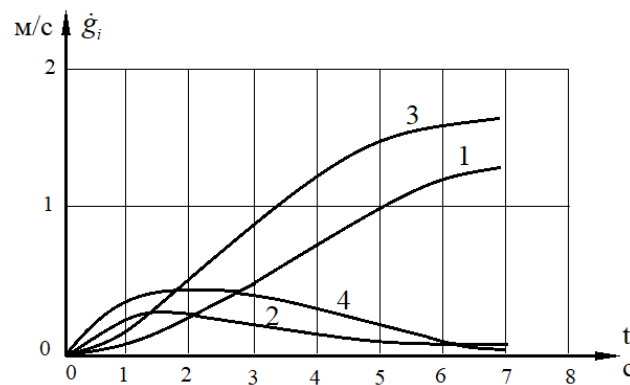


Рисунок 3 - Характер зміни у часі швидкостей

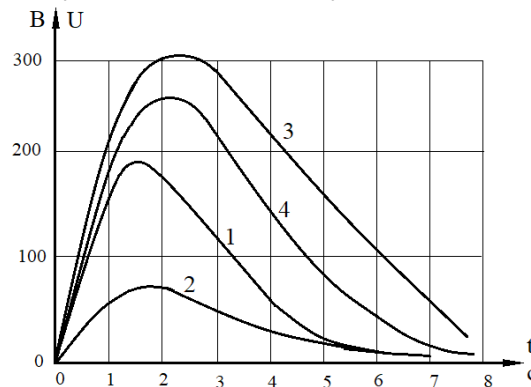


Рисунок 4 - Характер зміни в часі напруги

Висновки

- розглянута двовірна математична модель позиційного руху обертового модуля руки робота-маніпулятора;
- на основі наведеної математичної моделі складена програма для розрахунку координат, швидкості і прискорення ланок робочого органа маніпулятора;
- проведений синтез алгоритмів керування нелінійних систем на основі концепцій зворотних задач динаміки;
- отримані графіки змін у часі узагальнених координат, швидкостей та напруги.

Список джерел

1. Ключев, В. И. (2001) *Теория электропривода: Учеб. для вузов 2-е изд. перераб. и доп.* М.: Энергоатомиздат.

2. Ключник, А. В., Мороз, М. М., Васильев, А. Г. (2017). *Математическая модель динамики манипулятора с учетом электропривода*. Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених. - Миколаїв: НУК. с.23-26.
3. Кулешов, В. С. & Лакота, Н.А. (1971). *Динамика систем управления манипуляторами*. М.: Энергия.
4. Крутько, П. Д. (2004) *Обратные задачи динамики в теории автоматического управления. Цикл лекций: Учебное пособие для вузов*. –М.: Машиностроение.

References

- Klyuchev, V. I. (2001) *Teoriya elektroprivoda: Ucheb. dlya vuzov 2-ye izd. pererab. i dop.* М.: Energoatomizdat. (in Russian).
- Klyuchnyk, A. V., Moroz, M. M., Vasyl'ev, A. H. (2017). *Matematycheskaya model' dynamyky manipulyatora s uchetom élektroprivoda*. Avtomatyka ta elektrotkhnika: Materialy Vseukrayins'koyi naukovy-tekhnichnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh. - Mykolayiv: NUK. s.23-26. (in Russian).
- Kuleshov, V. S. & Lakota, N.A. (1971). *Dinamika sistem upravleniya manipulyatorami*. М.: Energiya. (in Russian).
- Krut'ko, P. D. (2004) *Obratnyye zadachi dinamiki v teorii avtomaticheskogo upravleniya. Tsikl lektsey: Uchebnoye posobiye dlya vuzov*. –М.: Mashinostroyeniye. (in Russian).

Vasyliiev Alexander

Formation of manipulation robot control algorithms based on the concepts of inverse dynamics problems

Abstract. The work is devoted to the development of control algorithms, based on the condition of obtaining the desired trajectories of the manipulator. Based on the mathematical model of the positional motion of the rotary module of the robot manipulator arm, taking into account the electric drive, a synthesis of system control algorithms based on the concepts of inverse dynamics problems is performed. A program was compiled that allowed to calculate and plot graphs of changes in time of generalized coordinates, speeds and voltages for the TUR-10 robot.

Keywords: robot; mathematical model; synthesis of control algorithms.

УДК 681.128.8

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ КОРЕКЦІЇ ПОКАЗІВ ХВИЛЬОВІДНИХ РІВНЕМІРІВ ДЛЯ СКРАПЛЕНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО ГАЗУ

Зівенко Олексій Васильович, канд. техн. наук, доцент
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова
Україна, Миколаїв
ORCID 0000-0002-1539-8360

Анотація. Проведено аналіз алгоритму корекції показів хвильовідних радарних рівнемірів при вимірюванні кількості скраплених вуглеводневих газів. Отримана залежність абсолютного значення похибки оцінки відстані до межі розділу фаз (пар-рідина) від похибки оцінки густини парової фази пропан-бутанової суміші. Отримані теоретичні результати можуть бути впроваджені в практику вимірювання та повинні бути перевірені на історичних даних вимірювань за довгостроковий період спостережень.

Ключові слова: поліметричні системи; хвильовідні рівнеміри; скраплений вуглеводневий газ; корекція показів рівнемірів.

Вступна частина. Під час роботи із хвильовідними рівнемірами може виникати додаткова похибка внаслідок зміни діелектричної проникності парової фази контрольованого продукту. У роботах [1-4] досліджені причини виникнення додаткових похибок, розглянуто основні методи їх зменшення. Широке розповсюдження поліметричних систем та зокрема хвильовідних рівнемірів, як одного із джерел поліметричних сигналів, їх використання при роботі із складними для вимірювання сумішами (наприклад, скрапленими під тиском газами), зумовлюють високу **актуальність** задачі підвищення точності вимірювань параметрів, що характеризують кількість та якість підконтрольних продуктів. Основною **метою роботи**, результати якої наведено нижче, є аналіз стійкості алгоритму корекції, що наведено у роботі [4], а саме – аналіз методу корекції щодо впливу похибок вхідних даних на результати корекції та дослідження коректності застосування такого алгоритму у існуючих системах обліку скраплених вуглеводневих газів.

Основна частина. Для впровадження та практичної реалізації корекції результатів вимірювання хвильовідних рівнемірів (або корекції функції перетворення) необхідно дослідити стійкість алгоритму корекції до похибок у вхідних даних, дослідити наскільки чутливим є алгоритм до таких похибок. Дослідження дозволить оцінити достовірність даних корекції та зможе дати інформацію для формування критеріїв прийнятності (доцільності застосування результатів роботи алгоритму на практиці).

Як вказано у [4], корекція показів може бути проведена двома шляхами: 1) з безпосереднім використанням даних про густину парової фази СВГ (у випадку прямого вимірювання чи розрахунку); 2) з використанням розрахункового методу визначення густини парової фази СВГ на основі даних про склад рідкої фази. У другому випадку розрахунок виконується на основі наступних даних: показів рівнеміра; даних про густину рідкої фази, рівень і температуру СВГ та тиску у резервуарі. Обробка даних, отриманих у результаті експериментальних вимірювань під час експлуатації рівнемірів, узагальнення довідкових даних дозволили отримати вираз (1), що зв'язує діелектричну проникність парової фази пропан-бутанової суміші ϵ_n та її густину ρ_n :

$$\epsilon_n = 1 + 0.00109747 \cdot \rho_n. \quad (1)$$

При наявності похибки вимірювання/розрахунку густини парової фази $\Delta\rho_n$, похибка непрямого визначення діелектричної проникності парової фази СВГ $\Delta\epsilon_n$ буде мати характер та значення, наведені на рис. 1.

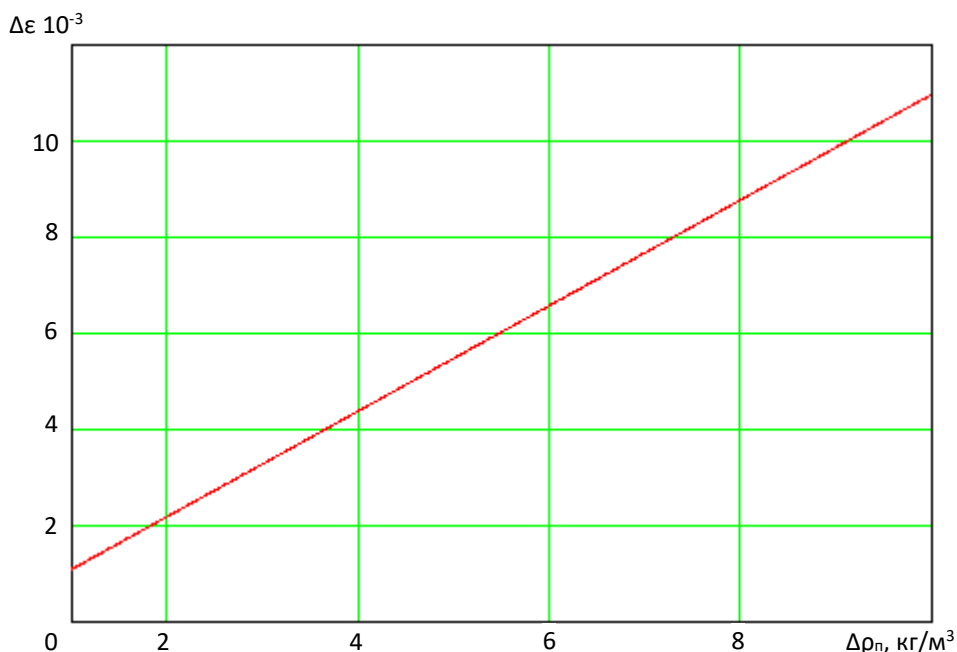


Рис. 1 – Залежність похибки визначення діелектричної проникності парової фази СВГ від похибки вимірювання її густини

Похибка визначення густини парової фази залежить від засобів вимірювання що використовуються. Так, якщо похибка визначення густини парової фази СВГ складає $\Delta\rho_n = \pm 10 \text{ кг/м}^3$, це може привести до появи додаткової похибки у діелектричній проникності, яка становитиме $\Delta\epsilon_n = \pm 0,011$.

Отримані вирази та чисельні оцінки дозволяють провести моделювання похибки визначення рівня та дослідити стійкість алгоритму корекції до похибок вхідних даних. Так, у відповідності до моделі вимірювання відстані до межі поділу середовищ:

$$L = \frac{c \cdot t_3}{2\sqrt{\epsilon}}, \quad (2)$$

де L – відстань від генератора-приймача імпульсів до межі поділу середовищ, t_3 – часова затримка між моментами випромінювання зондуючого імпульсу та прийняттям імпульсу, що відбився від межі поділу середовищ та досягнув приймача, ϵ – діелектрична проникність середовища розповсюдження, c – швидкість світла.

Оскільки калібрування рівнеміра виконується у нормальних умовах, діелектрична проникність повітря при цьому становить $\epsilon_{\text{air}} = 1,00058986$. При використанні рівнеміра у паровій фазі продукту діелектрична проникність

може суттєво відрізнятися від вказаного значення, зокрема значення діелектричної проникності парової фази СВГ відрізняється від діелектричної проникності повітря при калібруванні $\epsilon_{\text{air}} \neq \epsilon_{\text{pgv}}$. Це зумовлює різницю у часі розповсюдження імпульсу вздовж хвильоводу при сталій величині відстані L , яку долає електромагнітна хвиля:

$$t_{\text{pgv}} = \frac{2L}{c} \sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}} \quad (3)$$

Використовуючи вирази (2), (3) та приймаючи, що початкове градування рівнеміра виконується у нормальних умовах, тобто $\epsilon = \epsilon_{\text{air}}$, отримуємо вираз для показів рівнеміра при наявності парової фази СВГ:

$$L_{\text{pgv}} = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_{\text{air}}}} \frac{2L}{c} \sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}} = L \frac{\sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}}}{\sqrt{\epsilon_{\text{air}}}} \quad (4)$$

Вираз (4) ілюструє мультиплікативний характер додаткової похибки, що виникає внаслідок наявності різниці між значеннями діелектричної проникності середовища під час градування та під час вимірювання в умовах наявності парової фази та змін її властивостей від факторів впливу.

Різниця показів, що отримана у результаті порівняння результатів роботи пристрою в паровій фазі СВГ і в повітрі при нормальних умовах $\Delta L_{\text{air-lpgv}}$ може бути представлена у вигляді:

$$\Delta L_{\text{air-lpgv}} = L \left(1 - \frac{\sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}}}{\sqrt{\epsilon_{\text{air}}}} \right) \quad (5)$$

Застосовуючи (4) та (5), можна отримати вираз для значення додаткової похибки через виміряне значення рівня L_{pgv} :

$$\Delta L_{\text{air-lpgv}} = L_{\text{pgv}} \left(\frac{\sqrt{\epsilon_{\text{air}}}}{\sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}}} - 1 \right) \quad (6)$$

Вираз для скоригованого результату вимірювання відстані (рівня) має вигляд:

$$L_k = L_{\text{pgv}} + \underbrace{L_{\text{pgv}} \left(\frac{\sqrt{\epsilon_{\text{air}}}}{\sqrt{\epsilon_{\text{pgv}}}} - 1 \right)}_{\text{корекція}} \quad (7)$$

Для ілюстрації величини похибки, зумовленої відхиленням діелектричної проникності СВГ від діелектричної проникності повітря, використано наступні припущення. У горизонтальному сталевому резервуарі зберігання знаходиться чистий пропан, чистий бутан, пропан-бутанова суміш 50/50 (мас.). Базова висота резервуару складає 3316 мм, максимальна місткість – 196.1 м³. Рівні заповнення за об'ємом – 10, 50 і 85%, що відповідає рівням заповнення резервуару від дна – 522.25 мм, 1674.86 мм і 2652.07 мм відповідно; середня температура СВГ в діапазоні -30 .. + 30 °С. Результати розрахунку зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку значення поправок до вимірювання рівня та похибок їх обчислення, зумовлених похибкою визначення густини парової фази

Поправка до результату вимірювання рівня та межа похибки її обчислення	Рівень заповнення резервуару, %		
	10	50	85
Пропан, $T_n = -30$ °С, $P = 0.165$ МПа, $\rho_n = 4.235 \pm 1$ кг/м ³			
$\Delta L_{\text{air-lpgv}}$, мм	-6.47± 1.522	-3.8± 0.894	-1.537±0.362
Пропан, $T_n = 0$ °С, $P = 0.466$ МПа, $\rho_n = 10.679 \pm 1$ кг/м ³			
$\Delta L_{\text{air-lpgv}}$, мм	-16.229±1.506	-9.533± 0.885	-3.857±0.358
Пропан, $T_n = 30$ °С, $P = 1.085$ МПа, $\rho_n = 22.371 \pm 1$ кг/м ³			
$\Delta L_{\text{air-lpgv}}$, мм	-33.676±1.478	-19.783±0.868	-8.003±0.351

Числові оцінки корекції і невизначеності її оцінки можуть бути отримані з виразу (6) спільно з припущеннями про стан середовища розповсюдження електромагнітних хвиль. Так, на рис. 2 показано графік, що демонструє залежність значення корекції в залежності від значення густини парової фази СВГ.

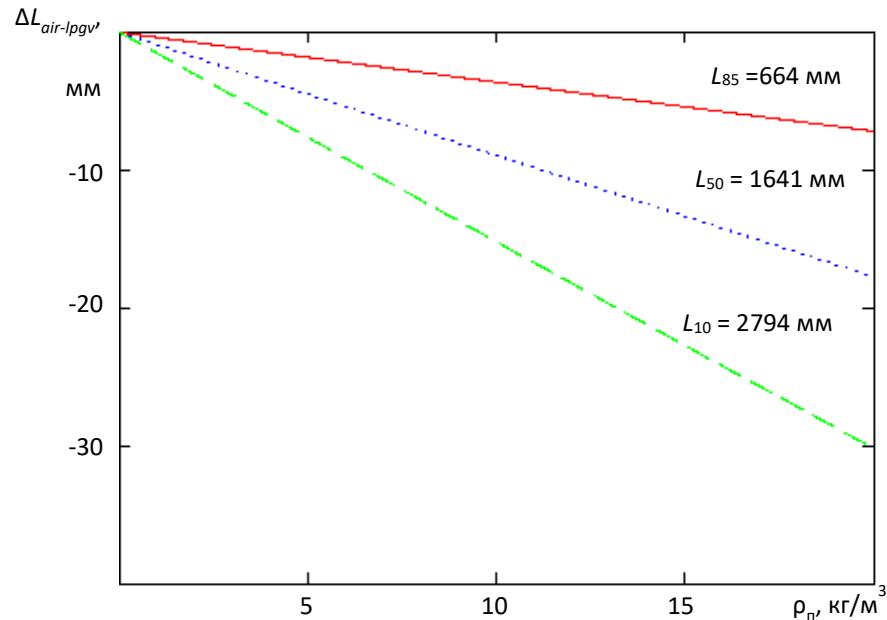


Рис. 2 – Залежність величини внесеної корекції від густини парової фази для вказаних рівнів заповнення (чистий пропан, $T_{\text{пари}} = -30^\circ\text{C}$)

Приклад залежності похибки визначення корекції $DL_{air-lpgv'}$ внаслідок похибки задання густини парової фази $\Delta\rho_{п'}$ наведено на рис. 3.

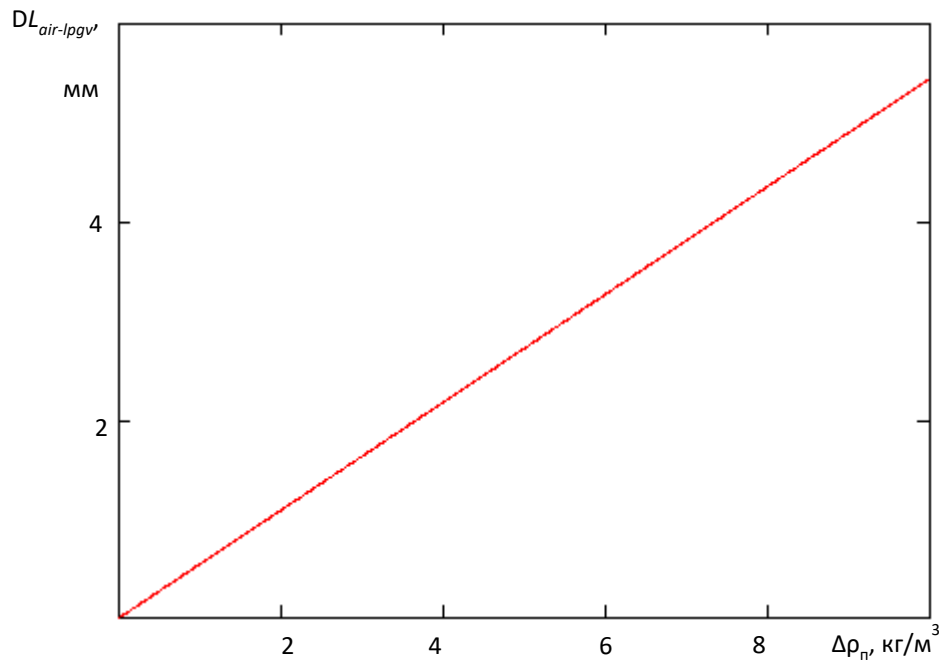


Рис. 3 – Залежність величини похибки обчислення корекції від похибки задання густини парової фази для відстані 1000 мм до межі поділу середовищ (чистий пропан, $T_{\text{пари}} = -30^\circ\text{C}$)

Дані рис. 2 та 3 можуть використовуватися для побудови критеріїв прийнятності введення корекції. Наприклад, шляхом встановлення граничного порогу співвідношення похибки задання густини парової фази до значення, що задається.

Висновки. Проаналізовано методику корекції показів рівнемірив з позиції стійкості до похибок вхідних даних. Отримано чисельні значення невизначеності, які обчислюються при корекції показів рівнеміра – визначені залежності поправок від вхідних даних. За отриманими розрахунковими даними видно, що результат обчислення корекції істотно залежить від похибки значення густини парової фази ЗВГ. Отримані чисельні оцінки дозволяють судити про доцільність застосування корекції.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Чегринцев, В. Н. (2013). Коррекция функции преобразования при измерении уровня с помощью полиметрической информационной системы. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*, 2, 33–38.
- [2] Жуков, Ю.Д. и др. (2012). *Полиметрические системы: теория и практика : монография*. Николаев, Украина: Атолл.
- [3] Emerson Rosemount (2019). Technical Note: Using Guided Wave Radar for Level in High Pressure Steam Applications. Retrieved from <https://www.emerson.com/documents/automation/technical-note-using-guided-wave-radar-for-level-in-high-pressure-steam-applications-rosemount-en-76264.pdf>.
- [4] Жуков Ю.Д., Зивенко А.В., Гудыма Е.А., Раева А.Н. (2019). Методика коррекции показаний волноводных уровнемеров для сжиженного углеводородного газа. «Судостроение и морская инфраструктура», №2(12), 27-34.
[https://doi.org/10.15589/smi2019.2\(12\).3](https://doi.org/10.15589/smi2019.2(12).3)

Zivenko Oleksii

Analysis of the correction technique for guided wave radar LPG level sensors

Annotation: The results of the analysis of the correction technique for guided wave radar level sensors used for LPG control are presented. The equation which connects measurement error of distance to the surface of a level and LPG vapor phase density error as input is obtained. Obtained theoretical results can be implemented and should be verified on a long period of time historical measurements data.

Keywords: polymetric systems; guided wave level sensors; liquefied petroleum gas; level sensors correction.

УДК 62-54

ПЕРЕТВОРЮВАЧ СИГНАЛІВ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ В ЧИСЛОВУ ПОСЛІДОВНІСТЬ ІМПУЛЬСІВ

Надточій Віктор Анатолійович, кандидат технічних наук., Надточій Анатолій Вікторович, кандидат технічних наук², Мусяця Р.В., викладач³

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Херсонська філія

Україна, Херсон.

¹ nva074@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3869-3546

² tasman.leh.85@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1905-0895

³ Ro.mu.02.2020@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3347-6246

Анотація. Застосування сервомеханізмів у судномодельованні має значне поширення. Проте потужність сервомашинок дуже обмежена. Для заміни сервомашинок можна використовувати крокові двигуни, які здатні приводити в дію високомоментні механізми без використання редуктора. Для цього необхідно узгодити систему ШІМ керування з імпульсною системою керування кроковим двигуном.

Ключові слова: Сервомашинка; кроковий двигун; ШІМ керування; імпульсне керування.

Вступ. При керуванні крупномасштабними моделями суден, потужності сервомашинок може не вистачати. Для рушійно-кермового механізму що представлений на рис. 1, електропривод перекладки керма

вимагає потужності понад 50 Вт. Представлені на ринку сервомашинки з напругою живлення 5 В мають потужність до 30 Вт. Існують більш потужні сервомашинки з напругою живлення 12 В але їх вартість занадто висока для переважної більшості моделістів. Альтернативним варіантом є заміна сервомашинки на кроковий двигун. До переваг такого рішення відноситься відсутність механічної передачі у вигляді редуктора, задовільні масо-габаритні показники, високі моментні властивості двигуна. До недоліків слід віднести інший принцип керування кроковим двигуном, невизначеність положення керма.

Перша проблема пов'язана з тим, що основним методом керування сервомашинками є ШІМ керування. Відповідно всі контролери для моделістів мають ШІМ виходи керування. Друга проблема пов'язана з наявністю в сервомашинках датчика кута повороту.



Рис. 1 - Зовнішній вид човнового електромотора Yamaha M12

Основна частина. Для узгодження крокового двигуна з виходами керування контролера, а також для визначення кутового положення валу крокового двигуна виникає потреба в застосуванні перетворювача керуючих сигналів.

Перетворювач керуючих сигналів може бути побудовано на будь-якому мікроконтролері з одним 8-ми бітним портом вводу-виводу і таймером.

Функціональна схема пристрою керування поворотом керма човнового електромотора (рис. 2) складається зі «стандартного» керуючого контролера – 1, виходи якого U1.1 - U1.5 являються стандартними ШІМ сигналами. Один з сигналів (наприклад U1.3) є керуючим для сервомашинки повороту керма яку замінено кроковим двигуном – 4. Для перетворення ШІМ сигналу U1.3 в послідовність імпульсів U2.1 необхідно встановити відповідний перетворювач керуючих імпульсів – 2. Послідовність імпульсів U2.1 передається до драйверу крокового двигуна – 3, який відповідно до сигналу керування виконує комутацію обмоток крокового двигуна. Визначення крайніх положень керма виконується за допомоги кінцевих вимикачів QS1-QS2. Можливий варіант із застосуванням трьох і більше кінцевих вимикачів для визначення проміжних положень керма. На рис. 2 блоки 1, 3 та 4 є стандартними.

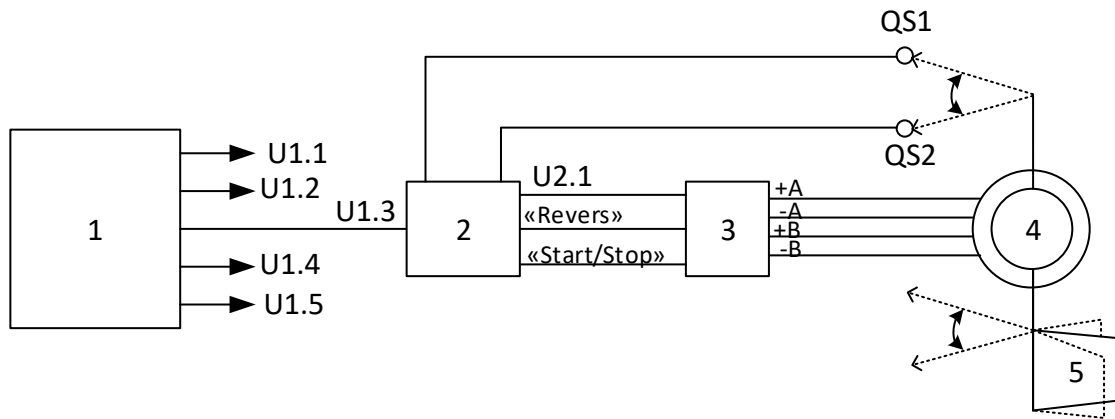


Рис. 2 – Функціональна схема пристрою керування кермом човнового електромотора

Алгоритм роботи блоку 2 полягає у визначанні таймінгу сигналу U1.3 на вході. Необхідно зафіксувати момент надходження спаду імпульсу U1.3 та визначити його тривалість t_n , до моменту надходження фронту наступного імпульсу керування. При цьому частота керуючих ШІМ імпульсів відома і складає $f=500$ Гц. Максимальна тривалість пауз між імпульсами також відома $t_{nmax}=900$ мкс. Кут перекадки керма,

$$\varphi = (t_{nmax} - t_n)$$

Таким чином визначена тривалість паузи пропорційна куту перекадки керма.

Також можна вважати, що кут перекадки керма пропорційний кількості кроків повороту ротора крокового двигуна, або інакше кажучи кількості керуючих імпульсів i ,

$$i = k\varphi$$

де k - коефіцієнт передачі.

В залежності від кута повороту валу крокового двигуна за один крок h (зазвичай $1,8^\circ$) і максимального кута перекадки керма φ_{max}

$$k = \frac{\varphi_{max}}{h}$$

Якщо t_n має значення менше 450 мкс то φ умовно позитивний «+» і кермо необхідно повернути праворуч, якщо t_n триває більше 450 мкс то φ умовно негативний «-» і кермо необхідно повернути ліворуч (можлива інша інтерпретація).

Алгоритм роботи передбачає стадію ініціалізації, робочий режим, режим блокування та завершення роботи. Алгоритм робочого режиму представлено на рис. 3, де на початку роботи передбачається визначення нейтрального положення керма та встановлення керма в це положення. Далі при наявності ШІМ сигналу керування відбувається його інтерпретація в послідовність імпульсів керування кроковим двигуном. При невідповідності визначених кутів повороту керма дійсному його положенню генерується сигнал помилки. Перетворювач керуючих сигналів також генерує сигнали реверсу та дозволу на роботу.

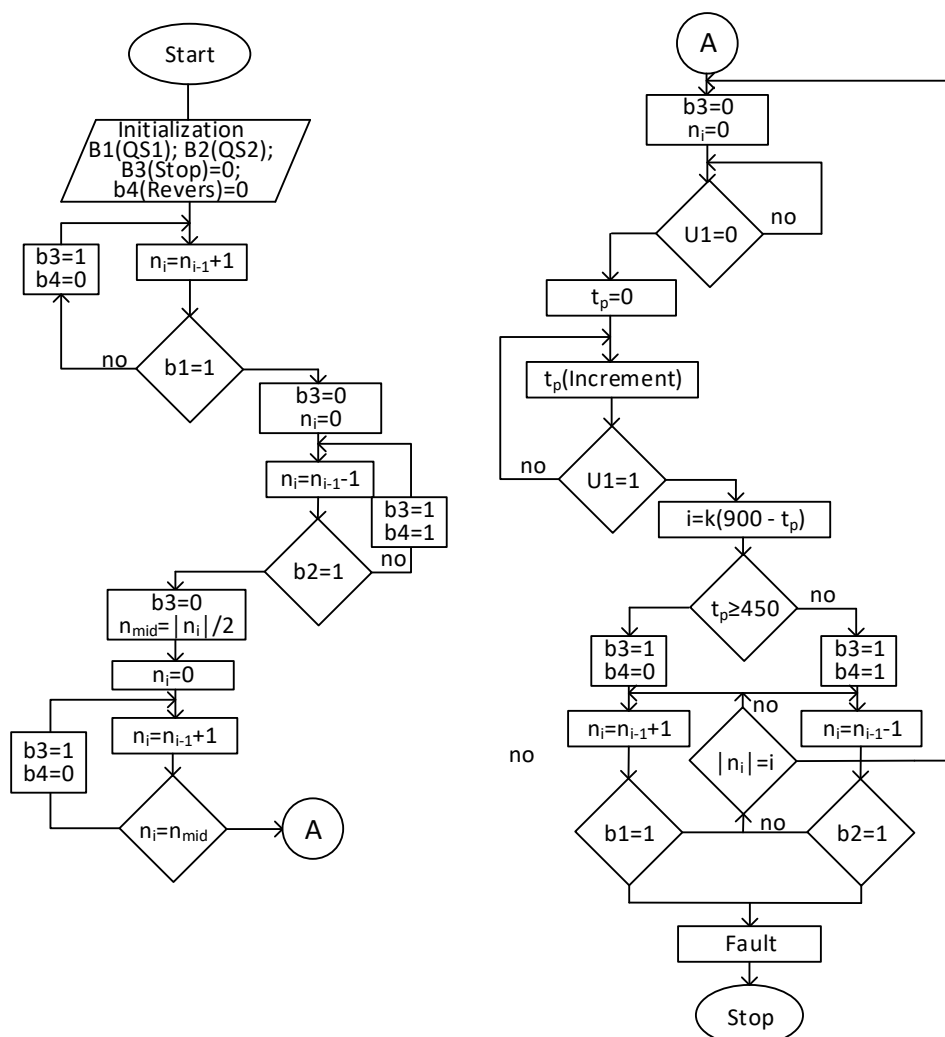


Рис. 3 - Алгоритм робочого режиму перетворювача керуючих сигналів

Висновки. Перетворювача керуючих сигналів ШІМ в послідовність керуючих імпульсів для керування кроковим двигуном застосовується в безпечних надводних апаратах, судномоделизмі, інших системах. Необхідною умовою, є забезпечення безперешкодної дії крокового двигуна і системи повороту керма в початковий момент, коли відбувається визначення нейтрального положення керма.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Рябенкий, В.М. Ходаков, В.Е. Ушкаренко, А.О. (2008). *Компьютерное управление внешними устройствами через стандартные интерфейсы*. ОЛДИ.
- [2] Ryzhkov, S.S. Blintsov, V.S. Yehorov, H.V. Zhukov D. (2011). *[Development of universal transport vessels and means of ocean engineering*. Mykolaiv, NUK Publ,
- [3] Blintsov, O. (2016). Formation of a reference model for the method of inverse dynamics in the tasks of control of underwater complexes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2), 42-50.

V. Nadtochii, A. Nadtochy

PWM-to-Numeric Pulse Converter

The use of servomechanisms in shipbuilding practice is widespread. However, the power of the servos is limited. Stepper motors can be used to replace servos. They are capable of actuating high-torque mechanisms without the use of a gearbox. For this purpose it is necessary to coordinate the PWM control system with the pulse control system of the stepper motor.

Keywords: servomotor; stepper motor; PWM control; pulse control.

УДК 658.512.2: 004.925

**КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ГУСЕНИЧНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА
ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИКОНАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА КОРПУСІ СУДНА**

Герасін Олександр Сергійович к.т.н, Поворознюк Олексій Сергійович, Топалов Андрій Миколайович к.т.н, Кіліманов Богдан Олександрович

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

oleksandr.gerasin@nuos.edu.ua, alexey99195@gmail.com, topalov_ua@ukr.net, bkilimanov@gmail.com

Анотація. Робота присвячена розробці реалістичної комп'ютерної моделі конструкції гусеничного мобільного робота, здатного вертикально переміщуватися та виконувати задані технологічні операції на похилих, вертикальних та стельових поверхнях корпусів суден. Засобами систем автоматизованого проектування отримано 3D-модель робота, яка може бути використана для подальших експериментальних досліджень, визначено його основні очікувані технічні параметри.

Ключові слова: мобільний робот; система автоматизованого проектування (САПР); моделювання; рендеринг.

В наш час сучасні заводи та підприємства зацікавлені в максимальній автоматизації виробничих операцій [1]. В суднобудуванні автоматизація технологічних операцій в небезпечних умовах високих температур, загазованості або на висоті може бути досягнута завдяки застосуванню мобільних роботів, які здатні рухатись по вертикальних і похилих поверхнях [1-2]. Однак розробка таких об'єктів є складною науково-технічною задачею.

В світовій практиці для автоматизації робіт промислових підприємств на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва використовуються системи автоматизованого проектування (САПР). До найпопулярніших подібних систем відносять SolidWorks, КОМПАС-3D, AutoCAD та інші. Програмні комплекси САПР забезпечують розробку виробів у двовірному та тривірному просторі різного ступеня складності і призначення [3-5].

Метою роботи є розробка засобами САПР реалістичної комп'ютерної 3D-моделі гусеничного мобільного робота, здатного вертикально переміщуватися та автоматизувати виконання заданих технологічних операцій на похилих, вертикальних та стельових поверхнях корпусів суден, придатної для подальшого експериментального тестування на фізичній моделі, та визначення її основних технічних параметрів.

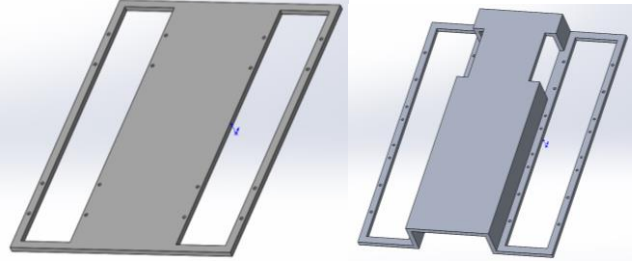
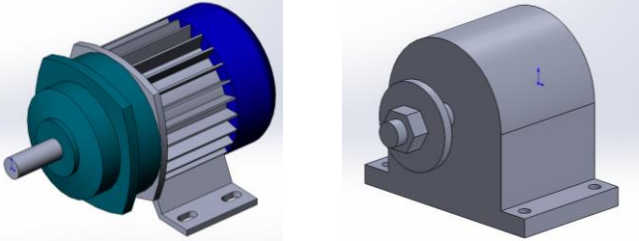
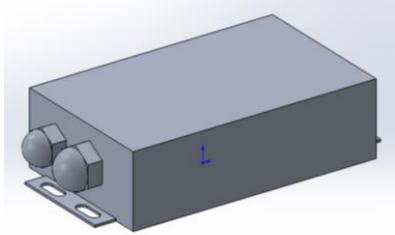
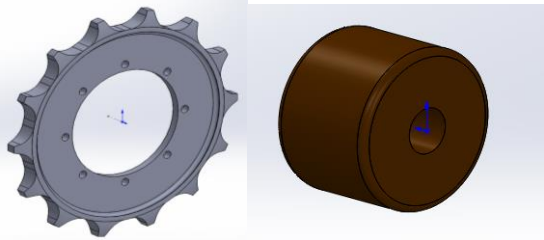
Для отримання реалістичної комп'ютерної 3D-моделі мобільного робота промислового виконання з використанням САПР необхідно послідовно виконати наступні процедури:

- 1) спроектувати 3D-моделі окремих компонентів конструкції робота;
- 2) здійснити складання окремих компонентів в одну конструкцію та отримати файл складання;
- 3) провести рендеринг (виконати опис 3D-моделі, який містить геометричні дані, інформацію про освітлення, накладання текстури тощо) отриманої моделі [6].

Доцільно розглянути процес синтезу комп'ютерної моделі мобільного робота із побудови окремих компонентів його конструкції, зокрема проаналізувати декілька компонувань рами (корпусу) мобільного робота.

Проектування окремих компонентів конструкції робота. Конструктивне виконання гусеничного мобільного робота для автоматизованого виконання технологічних операцій на корпусі судна запропоновано в роботі [7]. Основні окремі компоненти конструкції наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – 3D-моделі окремих компонентів конструкції мобільного робота

Компонент	3D-модель
Рама (пласка та вигнута)	
Шарнір	
Електродвигун з вбудованим планетарним редуктором (а) та додатковий редуктор (б)	
Частотний перетворювач	
Утримуючий притисний електромагніт	
Гусениця	
Ведуча зірка (а) та опорний коток (б)	

В якості додаткових деталей у ході створення компонентів мобільного робота розроблені 3D-моделі валів, підшипників та корпусів для них, кріплення валів з ведучими зірками та рим-прогонича для кріплення страхувального тросу.

Складання конструкції мобільного робота. На основі окремих компонентів конструкції здійснено складання єдиної 3D-моделі гусеничного мобільного робота та отримано файл складання. Ця процедура виконується шляхом вставки окремого компонента конструкції у файл складання та його спряження з іншими компонентами робота програмними інструментами вибраної САПР. На рисунку 1 показана 3D-модель мобільного робота з двома компонованнями корпусу (з плоскою та вигнутою конструкцією рами). У першому компонованні (рисунк 1, а) рама виконана у одній площині, двигуни разом з додатковими редукторами розміщені симетрично відносно центру робота, контролери розміщені у центрі рами. У другому компонованні (рисунк 1, б) рама виконана вигнутою двоплощинною, що збільшує масу та висоту центру тяжіння робота, однак підвищує міцність його корпусу.

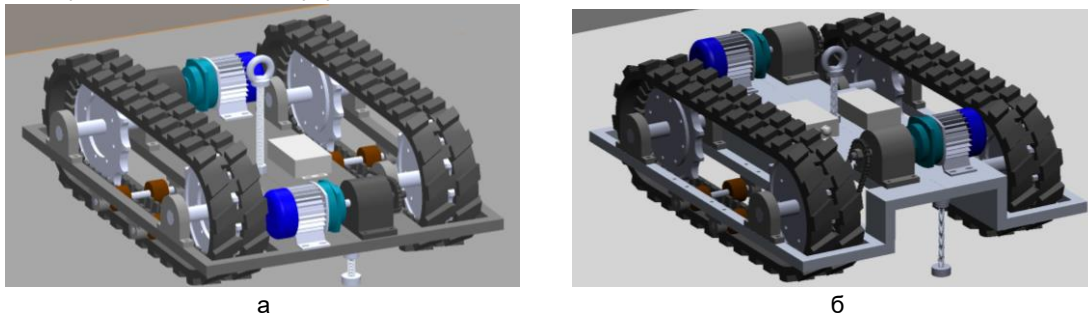


Рисунок 1 – 3D-модель робота з плоскою (а) та вигнутою (б) конструкцією рами

Рендеринг 3D-моделі робота. Для збільшення рівня реалістичності зображення 3D-моделей їх розфарбовують, додають тіні, відблиски, заломлення та інші додаткові опції, які створюють кінцевий продукт моделювання [6]. Тому, після створення збірок двох компоновань робота виконано процедуру їх рендерингу для більш реального зовнішнього вигляду 3D-моделі робота для подальшого тестування різних компоновань на фізичних моделях або промислового виконання (рисунк 2). За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення окремим компонентам гусеничного робота сформовано і присвоєно відповідні текстури та механічні властивості матеріалів з використанням вбудованих бібліотек, додано зовнішнє середовище і штучне освітлення, вибраний ракурс камери спостерігача.

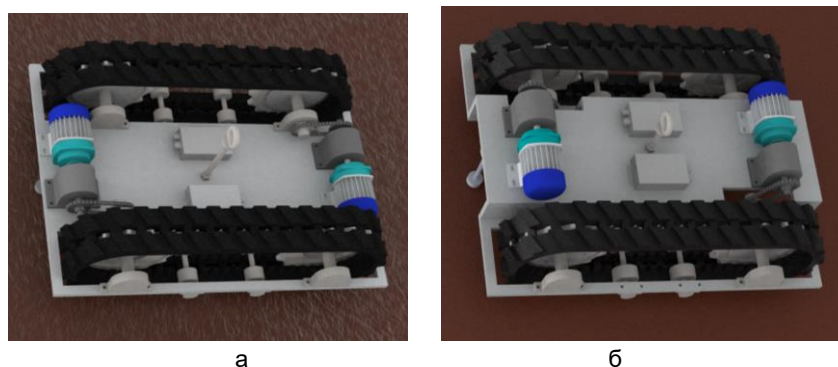


Рисунок 2 – Реалістична 3D-модель мобільного робота з плоскою (а) та вигнутою (б) конструкціями рами та навколишнього простору після рендерингу файлів складання

Визначення технічних параметрів робота. Теоретичний розрахунок технічних параметрів мобільного робота на етапі його проектування вважається досить оціночним. Разом з тим, комп'ютерне моделювання дає можливість використовувати моделі розмірів реальних об'єктів та значно точніше оцінювати очікувані результати. На основі отриманої комп'ютерної моделі гусеничного мобільного робота розраховані загальні конструкційні дані робота для різних компоновань рами. Основні технічні параметри гусеничного робота для двох видів рам наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні технічні параметри гусеничного мобільного робота

Параметр	Значення
Номінальна потужність електричних двигунів, Вт	1500
Номінальна швидкість руху робота, м/с	0,3
Довжина робота з пласкою (вигнутою) конструкцією рами, мм	1130
Ширина робота з пласкою (вигнутою) конструкцією рами, мм	847 (869)
Висота робота з пласкою (вигнутою) конструкцією рами, мм	344 (463)
Маса робота з пласкою (вигнутою) конструкцією рами, кг	167 (178,5)

В результаті роботи засобами САПР розроблено реалістичну комп'ютерну 3D-модель гусеничного мобільного робота, здатного вертикально переміщуватися та автоматизувати виконання технологічних операцій на похилих, вертикальних та стельових поверхнях корпусів суден. За допомогою отриманої моделі визначено основні очікувані технічні параметри мобільного робота. Розроблена модель може бути використана для подальшого експериментального тестування її фізичної реалізації або отримання промислового зразка.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Gerasin, O.S., Kozlov, O.V., Kondratenko, G.V., Rudolph, J., Kondratenko, Y.P. (2019). *Neural Controller for Mobile Multipurpose Caterpillar Robot*, Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Vol. 1. Metz, France.
- [2] Kondratenko, Y.P., Kozlov, O.V., Gerasin, O.S., Zaporozhets, Y.M. (2016). *Synthesis and Research of Neuro-Fuzzy Observer of Clamping Force for Mobile Robot Automatic Control System*, Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). Lviv, Ukraine, August 23 – 27.
- [3] Новые возможности в портфеле решений SOLIDWORKS. SOLIDWORKS 2020. *Внедрение инноваций в проектировании*. Взято з <https://www.solidworks.com/ru>.
- [4] Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Взято з <https://ascon.ru/products/7/review/>.
- [5] CAD software to design anything – with time-saving toolsets, web, and mobile apps. Retrieved from <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-EAR&support=ADVANCED&quantity=1>.
- [6] Бойко, М.В., Ляковська, С.Є. (2012). Рендеринг як ефективний засіб візуалізації моделей виробів у середовищі CATIA V5. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. Взято з <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/17141/1/5-Boyko-18-20.pdf>.
- [7] Кушнір, В.О., Кондратенко, Ю.П., Топалов, А.М., Герасін, О.С. (2015). Патент України 100341. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України.

Gerasin Oleksandr Serhiyovych, Povorozniuk Oleksiy Serhiyovych,
Topalov Andriy Mykolayovych, Kilimanov Bohdan Oleksandrovych

Computer model of the caterpillar mobile robot for automated execution of technological operations on the ship hull

The paper is devoted to the development of a realistic computer model of the construction of a crawler mobile robot capable of moving vertically and performing specified technological operations on the inclined, vertical and ceiling surfaces of vessels. The 3D-model of the robot, which can be used for further experimental investigations, is obtained by means of computer-aided design systems, its main expected technical parameters are determined.

Keywords: mobile robot; computer-aided design system (CAD-system); modeling; rendering.

Секція. 9.

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАММАМИ У СУДНОБУДУВАННІ

УДК 004:519.2:519.6

ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСКОСТІ РОБІТ ЗА МЕТОДОМ PERT НА ОСНОВІ ДВОВИМІРНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЖОНСОНА

Приходько С.Б., д.т.н., проф., Кудін О.О., ст. викл.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua, oleg.kudin@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі описано удосконалення методу PERT шляхом заміни оцінок трудомісності конструкторських робіт по трьом точкам, отриманих на основі власного досвіду менеджера проектів, на оцінки трудомісності по трьом точкам, отримані за допомогою нелінійної регресії трудомісності за даними попередніх проектів та границь її інтервалів передбачення, що побудовані на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_v . Це дозволяє підвищити достовірність оцінювання трудомісності робіт при управлінні часом проектів розробки конструкторської документації суден.

Ключові слова: управління часом проектів; метод PERT; нелінійна регресія; трудомісність робіт; двовимірне нормалізуюче перетворення Джонсона.

Вступ. При управлінні часом проектів розробки конструкторської документації (КД) суден спостерігаються випадки низької достовірності оцінювання трудомісності робіт із розробки КД секцій корпусів суден [1], а низька достовірність оцінювання трудомісності робіт є однією з причин перевищення загальної трудомісності деяких проектів та, відповідно, їх вартості. Низька достовірність оцінювання трудомісності робіт з розробки КД секцій обумовлена впливом випадкових зовнішніх факторів і використанням експертного методу оцінювання трудомісності, оснований на власному досвіді менеджерів проекту.

При управлінні часом проектів розробки КД суден менеджери проектів використовують два підходи оцінювання трудомісності робіт. Перший підхід базується на експертному оцінюванні трудомісності робіт із розробки КД секцій корпусів суден. Він полягає у тому, що менеджер проекту призначає точкові оцінки трудомісності кожній роботі на основі вимог до проектування, типу судна, рівня кваліфікації наявних інженерів-конструкторів, повноти вхідної інформації для розробки проекту та власного досвіду. Але при використанні точкових оцінок трудомісності важко врахувати результати впливу випадкових факторів на трудомісність робіт. Другий підхід полягає у використанні методу PERT (Program Evaluation and Review Technique – метод оцінки і перевірки програм) [2]. В методі PERT менеджер проекту задає три оцінки трудомісності роботи на основі власного досвіду та припущення про те, що розподіл трудомісності роботи відповідає β -розподілу і має одну точку максимуму та дві точки перетину осі абсцис. Такими оцінками є: оптимістична оцінка трудомісності a , яка відповідає трудомісності при найбільш сприятливих умовах; песимістична оцінка трудомісності b , яка відповідає трудомісності робіт в умовах впливу непередбачених факторів; найбільш ймовірна оцінка трудомісності m , яка відображає трудомісність робіт в стандартних умовах. Це дозволяє отримати оцінку середньої трудомісності роботи t за рівнянням [2]:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} . \quad (1)$$

Для середньої трудомісності роботи (1) обчислюється стандартне відхилення σ_t за рівнянням [2]:

$$\sigma_t = \frac{b - a}{6} . \quad (2)$$

Але одним з основних недоліків методу PERT є залежність оцінок a , m , b від власного досвіду менеджера проекту, що є однією з причин низької достовірності оцінювання трудомісткості робіт в деяких проектах розробки КД суден та, відповідно, перевищення часу виконання таких проектів.

Одним зі шляхів підвищення достовірності оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден за методом PERT є використання *регресійних моделей* трудомісткості робіт в залежності від маси цих секцій на основі даних про трудомісткість у попередніх проектах.

Ціль роботи – удосконалення методу PERT для оцінювання трудомісткості робіт при управлінні часом проектів розробки КД суден шляхом заміни трьох оцінок трудомісткості робіт, отриманих на основі власного досвіду менеджера проектів, на відповідні оцінки, отримані з використанням нелінійної регресії трудомісткості робіт та границь її інтервалів передбачення, побудованих на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B . Це дозволяє підвищити достовірність оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД суден у порівнянні з традиційним методом PERT.

Основна частина. Використання нелінійної моделі трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудованої на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B , для оцінювання трудомісткості робіт за методом PERT у порівнянні з оцінюванням трудомісткості робіт по трьом точкам на основі β -розподілу та оцінюванням трудомісткості з використанням нелінійних регресійних моделей, побудованих на основі одновимірних нормалізуючих перетворень, має декілька переваг. По-перше, достовірність оцінювання трудомісткості робіт за допомогою нелінійної регресійної моделі трудомісткості робіт на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона не залежить від власного досвіду менеджера проекту. По-друге, нелінійна регресійна модель трудомісткості робіт на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона має менші ширини довірчих інтервалів і інтервалів передбачення у порівнянні з нелінійними регресійними моделями на основі одновимірних нормалізуючих перетворень, що дозволяє отримати більш достовірні оцінки трудомісткості робіт [1]. По-третє, використання двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона дозволяє врахувати кореляцію між масою секції корпусів суден та трудомісткістю робіт з розробки КД секцій корпусів суден при нормалізації емпіричних даних.

Використання нелінійної регресійної моделі трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудованої на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B , при плануванні і управлінні часом проектів з розробки КД суден за методом PERT складається з наступних етапів.

Етап 1. Формування двовимірного вектору трудомісткості робіт.

Для використання нелінійної регресійної моделі трудомісткості робіт спочатку збирають дані про трудомісткість робіт з розробки КД секцій корпусів суден в залежності від маси цих секцій із бази статистичних даних про трудомісткість робіт у попередніх проектах розробки КД суден та створюють двовимірний вектор із трудомісткості робіт з розробки КД секцій і відповідних мас секцій.

Після формування двовимірних векторів трудомісткості робіт визначається сімейство розподілів Джонсона, яке, в свою чергу, визначає рівняння нормалізуючого перетворення Джонсона [1]. Визначення відповідності даних

до сімейства розподілів Джонсона визначається на основі значень квадрату асиметрії As^2 та ексцесу Ex вектору трудомісткості робіт і вектору мас секцій за діаграмою [3] Частіше за все дані про трудомісткість робіт і маси секцій відносяться до сімейства S_B розподілів Джонсона.

Етап 2. Побудова нелінійної регресійної моделі трудомісткості робіт та її інтервалів передбачення.

Після визначення сімейства розподілів Джонсона виконується побудова нелінійної регресійної моделі трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден в залежності від маси цих секцій та її довірчих інтервалів і інтервалів передбачення [1]. При побудові нелінійної регресійної моделі також видаляються двовимірні викиди даних. Нелінійну регресійну модель трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудовану на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B , можна представити у вигляді [1]:

$$Y = \hat{\phi}_Y + \hat{\lambda}_Y \left[1 + e^{-\left(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 Z_X + \varepsilon - \hat{\gamma}_Y \right) / \hat{\eta}_Y} \right]^{-1}, \quad (3)$$

де $\hat{b}_0$, $\hat{b}_1$ – оцінки параметрів рівняння лінійної регресії трудомісткості робіт для нормалізованих двовимірних

даних; Z_X – нормалізоване значення маси секції, $Z_X = \hat{\gamma}_X + \hat{\eta}_X \ln \frac{X - \hat{\phi}_X}{\hat{\lambda}_X + \hat{\phi}_X - X}$;

$\hat{\gamma}_X, \hat{\eta}_X, \hat{\phi}_X, \hat{\lambda}_X, \hat{\gamma}_Y, \hat{\eta}_Y, \hat{\phi}_Y, \hat{\lambda}_Y$ – оцінки параметрів двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B ; ε – гаусівська випадкова величина з нульовим математичним сподіванням і одиничною дисперсією, яка може враховувати вплив непередбачених факторів на трудомісткість робіт.

Інтервали передбачення нелінійної регресії можна визначити за рівнянням [1]:

$$Z_{YIII} = \hat{Z}_Y \pm t_{\alpha/2, N-2} S_{Z_Y} \sqrt{1 + \frac{1}{N} + \frac{(Z_X - \bar{Z}_X)^2}{S_{Z_X Z_X}}},$$

де $t_{\alpha/2, N-2}$ – квантиль t -розподілу Стюдента з рівнем значущості $\alpha/2$ та $N-2$ ступенями вільності;

$$S_{Z_Y}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\hat{Z}_Y - \bar{Z}_Y)^2; \bar{Z}_Y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_{y_i}; S_{Z_X Z_X} = \sum_{i=1}^N (Z_X - \bar{Z}_X)^2.$$

Довірчі інтервали нелінійної регресії можна визначити за рівнянням [1]:

$$Z_{YII} = \hat{Z}_Y \pm t_{\alpha/2, N-2} S_{Z_Y} \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{(Z_X - \bar{Z}_X)^2}{S_{Z_X Z_X}}}.$$

На рис. 1 наведено діаграму нелінійної регресії трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудовану на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B , та верхню і нижню границі довірчих інтервалів нелінійної регресії трудомісткості робіт, а також верхню і нижню границі інтервалів передбачення нелінійної регресії трудомісткості.

На рис. 1 суцільною лінією позначено нелінійну регресію трудомісткості робіт з розробки КД секцій. Довгим пунктиром позначено верхню і нижню границі довірчих інтервалів нелінійної регресії трудомісткості робіт. Коротким пунктиром позначено верхню і нижню границі інтервалів передбачення трудомісткості робіт з розробки КД секцій. Точками позначено емпіричні дані трудомісткості робіт з розробки КД секцій.

Існує два варіанти підвищення достовірності оцінювання трудомісткості робіт при управлінні часом проектів розробки КД суден за методом PERT завдяки використанню нелінійної регресії трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудованої на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B .

Варіант 1. Для оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден у якості оптимістичної оцінки трудомісткості роботи (а) для секції відповідної маси обирається значення трудомісткості, розташоване на нижній границі довірчих інтервалів нелінійної регресії. У якості оцінки найбільш ймовірної трудомісткості роботи (т) обирається значення трудомісткості, розташоване на лінії нелінійної регресії трудомісткості робіт. У якості песимістичної оцінки трудомісткості робіт (b) обирається значення трудомісткості, розташоване на лінії верхньої границі довірчих інтервалів нелінійної регресії трудомісткості робіт. Тоді для кожної роботи з розробки КД секцій можна обчислити середню трудомісткість за рівнянням (1) та стандартне відхилення за рівнянням (2). Маючи ці дані можна обчислити стандартне відхилення трудомісткості робіт для всього проекту та ймовірність виконання проекту розробки КД секцій корпусу судна відповідно до заданої тривалості проекту.

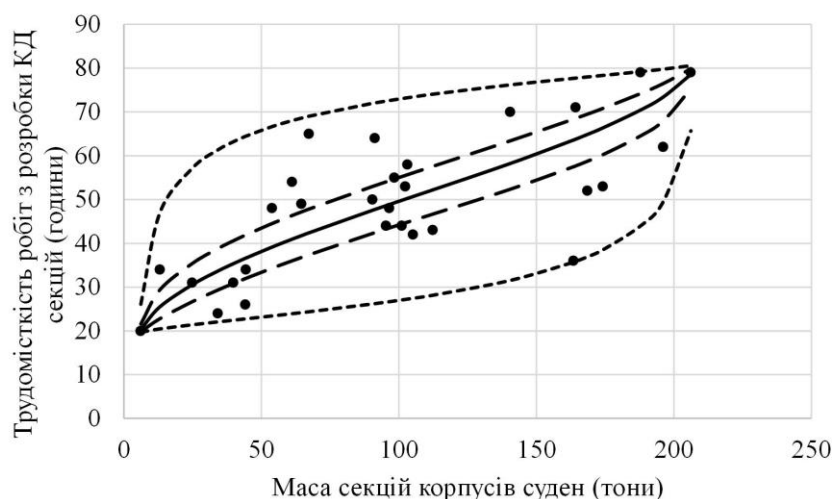
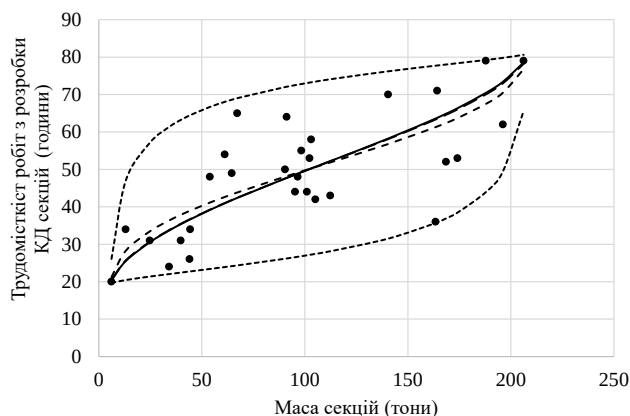


Рисунок 1 – Нелінійна регресія трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, її довірчі інтервали та інтервали передбачення, що побудовані на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_b

Варіант 2. Для оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден у якості оптимістичної оцінки трудомісткості роботи (а) для секції відповідної маси обирається значення трудомісткості, розташоване на нижній границі інтервалів передбачення нелінійної регресії. У якості оцінки найбільш ймовірної трудомісткості роботи (m) обирається значення трудомісткості, розташоване на лінії нелінійної регресії трудомісткості робіт. У якості песимістичної оцінки трудомісткості робіт (b) обирається значення трудомісткості, розташоване на лінії верхньої границі інтервалів передбачення нелінійної регресії трудомісткості робіт. Тоді для кожної роботи з розробки КД секцій можна обчислити середню трудомісткість за рівнянням (1) та стандартне відхилення за рівнянням (2). Маючи ці дані можна обчислити стандартне відхилення трудомісткості робіт для всього проекту та ймовірність виконання проекту розробки КД секцій корпусу судна відповідно до заданої тривалості проекту.

Результати розрахунків середньої трудомісткості робіт з розробки КД секцій відповідно до варіантів 1 і 2 наведено на рис. 2.

На рис. 2 суцільною лінією зображено нелінійну регресію трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудовану на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_b , довгим пунктиром зображено лінію середньої трудомісткості робіт з розробки КД секцій, розраховану за (1) методу PERT відповідно до варіанту 1, середнім пунктиром зображено лінію середньої трудомісткості робіт з розробки КД секцій, розраховану за (1) методу PERT відповідно до варіанту 2, коротким пунктиром зображено верхню і нижню границі інтервалів передбачення нелінійної регресії трудомісткості робіт, точками зображено емпіричні дані фактичної трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден.



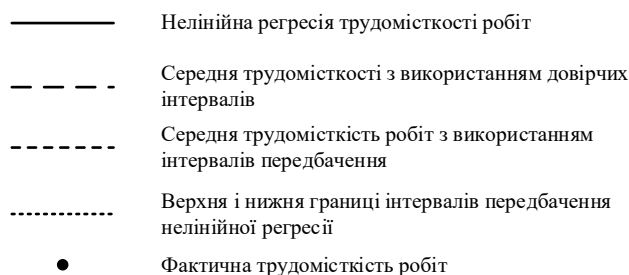


Рисунок 2 – Нелінійна регресія трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден і її інтервали передбачення та середні трудомісткості робіт, розраховані за методом PERT відповідно до варіанту 1 і варіанту 2.

Для нелінійної регресії трудомісткості робіт з розробки КД секцій корпусів суден, побудованої на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B , та середньої трудомісткості робіт з розробки КД секцій, розрахованої за (1) відповідно до варіанту 1 і варіанту 2 обчислено статистичні критерії: коефіцієнт детермінації R^2 ; відсоток прогнозованих значень, для яких відносна помилка MRE менше 0,25, $Pred(0,25)$; середня відносна помилка MMRE. Результати обчислення статистичних критеріїв представлено у табл. 1

Таблиця 1

Спосіб розрахунку середньої трудомісткості робіт з розробки КД секцій	R^2	MMRE	$Pred(0,25)$
Нелінійна регресія трудомісткості робіт	0,5394	0,1841	0,7931
Середня трудомісткість робіт за (1), варіант 1	0,5435	0,1839	0,8276
Середня трудомісткість робіт за (1), варіант 2	0,5699	0,1888	0,8621

Отже, виконано удосконалення методу PERT для оцінювання трудомісткості робіт при управлінні часом проектів розробки КД суден шляхом заміни трьох оцінок трудомісткості робіт, отриманих на основі власного досвіду менеджера проектів, на відповідні оцінки, отримані з використанням нелінійної регресії трудомісткості робіт та її інтервалів передбачення, побудованих на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B . Це дозволяє підвищити достовірність оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД суден у порівнянні з традиційним методом PERT. Про підвищення достовірності оцінювання трудомісткості свідчать найкращі значення коефіцієнта детермінації R^2 та відсоток прогнозованих значень $Pred(0,25)$, отримані в результаті розрахунку середньої трудомісткості відповідно до варіанту 2 удосконаленого методу PERT (табл. 1). Значення коефіцієнта детермінації R^2 покращено на 6%, а значення $Pred(0,25)$ покращено на 9%. Тому пропонується в подальшому використовувати оцінювання трудомісткості робіт за удосконаленим методом PERT відповідно до варіанту 2, а саме із застосуванням границь інтервалів передбачення нелінійної регресії.

Висновки. Удосконалено метод PERT для оцінювання трудомісткості робіт при управлінні часом проектів розробки КД суден шляхом заміни трьох оцінок трудомісткості роботи, отриманих на основі власного досвіду менеджера проекту, на відповідні оцінки, отримані з використанням нелінійної регресії трудомісткості робіт та границь її інтервалів передбачення, побудованих на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B з використанням даними попередніх проектів, що дозволяє підвищити достовірність оцінювання трудомісткості робіт з розробки КД суден у порівнянні з традиційним методом PERT.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Приходько, Н.В., Макарова, Л.М., Кудін, О.О. (2019). Нелінійна регресійна модель для оцінювання трудомісткості робіт у суднобудівних проектах на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Т. 30(69), № 3, 148–152.
- [2] Грей, К.Ф., Ларсен, Э.У. *Управление проектами: Практическое руководство*. (2003). М.: Издательство «Дело и сервис»
- [3] Приходько, С.Б., Макарова, Л.Н., Приходько, А.С. (2016) Аналитическая зависимость для выбора семейства распределений Джонсона. *Проблеми інформаційних технологій. ХНТУ*, № 20, 105–110.

Prykhodko S.B, Kudin O.O.

Improving the confidence of estimating the activity effort by the PERT technique based on the Johnson bivariate transformation

Text of the annotation. The paper describes the improvement of the PERT technique by replacing three estimates of the efforts of design activity, obtained based on the project manager's own experience, on three estimates, obtained by nonlinear regression of efforts of design activity, based on the Johnson's bivariate transformation for S_B family and project data, and the borders of its prediction intervals. What allows us to increase the confidence in estimating the efforts of design activity in time management of projects for the development of design documentation of ships.

Key words: project time management; Project Evaluation Review Technique (PERT); nonlinear regression; activity effort; Johnson's bivariate transformation.

УДК 656.213:303.732.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОРОМІВ ЯК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

¹Казимиренко Ю.О., д-р техн. наук, професор

²Дрозд О. В., канд. техн. наук, доцент;

³Єгольников О. О.³, викладач

⁴Морозова Г. С., старший викладач

¹²⁴Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

³Миколаївський коледж транспортної інфраструктури Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
м. Миколаїв, Україна

¹e-mail: u.a.kazimirenko@gmail.com; ²e-mail: oksanadrozdz183@gmail.com

³e-mail: alegolnikov1990@gmail.com; ⁴e-mail: amorozova711004@gmail.com

Анотація. Результати досліджень надають багатопланову картину, яка показує можливість скорочення часу знаходження судна у порту за рахунок підвищення технічного рівня організаційних робіт з рухливим складом на під'їзних шляхах і їх завантаженням на пором та виявляє вплив стану матеріально-технічної бази обслуговування рухомого складу і бази порту для завантаження поромів, сумісності дій роботи диспетчерських служб та необхідності відповідної інформаційної підтримки.

Ключові слова: транспортно-технологічна система, залізнично-поромні сполучення, системний аналіз, складні технічні системи.

Поромні станції являють собою високо розвинуту інфраструктуру для обробки поромних суден, завантаження їх автомобілями і залізничними вагонами, формування та розформування поїздів [1]. Це вимагає синхронізованої роботи служб залізниці та порту, що забезпечується завдяки надійної експлуатації транспортно-технологічних систем (ТТС) – складного технологічного комплексу, який обслуговує поромні причали, берегові устрої та з'єднувальні завантажувальні мости, обладнані багатошляховими стрілочними переводами [2]. В роботі [3] розглянуто механізми технологічних процесів просування вагонопотоків: економічно вигідним є безперебійне завантаження поромів з формуванням резерву вагонів. На підставі основних положень, викладених в роботі [4], транспортно-технологічні системи залізничних поромів слід розглядати як складні технічні системи зі зміною зовнішніх умов експлуатації, наявністю великої кількості прямих і зворотних зав'язків, що припускає вагому значимість кожного з елементів у досягненні цілей системи.

Мета роботи полягатиме у системно-аналітичному дослідженні процесів експлуатації транспортно-технологічних систем залізничних поромів як складних технічних систем.

Для досліджень використано графічний метод аналізу формування причинно-наслідкових зав'язків шляхом побудови діаграми Ісікави [5], що дає комплексне уявлення щодо вирішення проблеми з виявленням певних первинних та вторинних за важністю факторів. За критерій підвищення ефективності технічного обслуговування транспортно-технологічної системи залізничного порома обрано *резерв прискорення оборотів вагонів на залізничних поромах* – якісну характеристику, яка свідчить про ефективне використання вагонного парку та безпосередньо залежить від скорочення простоїв вагонів у припортових зонах, що є на даний час дуже актуальним [2]. Процес дослідження являє собою систематизацію та аналіз заходів, використання яких сприятиме розвитку транспортно-технологічних систем залізничних поромів.

На побудованій діаграмі Ісікави (рис. 1), яка має вигляд «риб'ячої кістки», цільова функція зображена великою горизонтальною стрілкою («риб'ячий хребет»). «Великими риби́ячими кістками» на діаграмі представлені важливі чинники, які безпосередньо впливають на ефективне використання всієї ТТС залізничного порома як складного організму, життєдіяльність якого пов'язана з високою кваліфікацією фахівців у міждисциплінарних областях залізничного і водного видів транспорту. «Сумісність дій роботи диспетчерських служб» залізниці і поромної станції (порту) є головною умовою успішного транспортного обслуговування

вантажообігу, забезпечить які можуть розробка таких заходів як «Застосування гнучких форм організації вантажопотоків» і «Оптимальний каргоплан залізничного порому», які на діаграмі Ісікави показані як «дрібні кістки». Не менш важливими факторами слід вважати «Надійність засобів залізничної автоматики» і «Підвищення кваліфікації кадрів», які у свою чергу, безпосередньо впливають на «Матеріально-технічну базу обслуговування рухомого складу». «Матеріально-технічна база порту для обслуговування поромів» – є менш важливою складовою процесу підвищення ефективності технічного обслуговування ролкерної ТТС, що залежить від «Надійності засобів автоматики і телемеханіки» та «Взаємозв'язку залізничної автоматики з роботою поромної переправи». Ці «дрібні кістки» є також важливими для вживання «Інформаційної підтримки» проекту, обов'язковими умовами для якої є «Синхронізація дій інформаційної системи залізниці і порту» та «Розробка нових програмних продуктів».

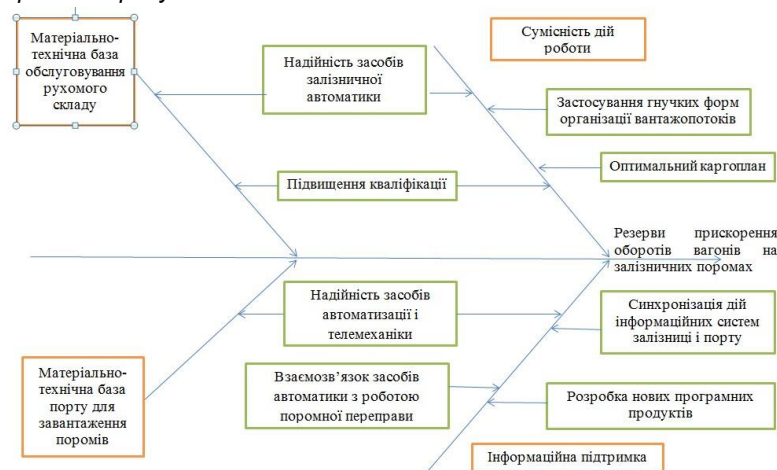


Рисунок 1 – Діаграма Ісікави

Виявлена картина показує можливість скорочення часу знаходження судна у порту (поромній станції) за рахунок підвищення технічного рівня організаційних робіт з рухливим складом на під'їзних шляхах і їх завантаженням на пором. На підставі проведеного аналізу складено програму заходів щодо розвитку транспортно-технологічних систем залізничних поромів (табл. 1).

Таблиця 1 – Програма заходів щодо розвитку транспортно-технологічних систем залізничних поромів

Заходи	Характеристика заходів
Удосконалення стану матеріально-технічної бази	Оновлення та модернізація суден торговельного флоту, колійного господарства, транспортних засобів і обладнання
Організація сумісних дій роботи диспетчерських служб залізниці і порту	Впровадження систем інформаційної взаємодії між стивідорними службами, диспетчерами, техніками станцій та техніками з обслуговування засобів залізничної автоматики
Розробка та впровадження нових засобів інформаційної підтримки	Розробка, впровадження та адаптація нових і удосконалених інформаційних систем обміну даних, електронних журналів, каталогів
Удосконалення технічного обслуговування засобів залізничної автоматики, автоматизації і телемеханіки	Впровадження систем технічного діагностування та моніторингу засобів залізничної автоматики і телемеханіки
Підвищення кваліфікації кадрів управлінського та технічного персоналу	Поглиблення управлінських знань, ознайомлення та набуття навичок роботи з новими програмними продуктами, перепідготовка та підвищення кваліфікації електромеханіків, зокрема контрольно-вимірювальних пристроїв

Одержані результати спрямовано на підвищення оперативності, обґрунтованості і ефективності управлінських робіт з експлуатації засобів транспорту та можуть бути використані при виконанні дослідницьких робіт інших об'єктів залізнично-водного сполучення, зокрема припортових залізниць

Висновок: в результаті системно-аналітичного дослідження виявлено і встановлено причинно-наслідкові зв'язки між заходами, які позитивно впливатимуть на підвищення ефективності експлуатації транспортно-технологічних систем залізних поромів, та визначено перспективні шляхи розвитку.

References

- [1] Shirjaeva, L. V., Shagina, M. V. (2017). Analiz mozhlivostej vikoristannja zaliznichnih paromiv SK «UKRFERl» dlja perevezennja kontejneriv. *Rozvitok metodiv upravlinnja ta gospodarjuvannja na transporti*, 76-89.
- [2] Miloslavskaja, S. V., Pochaev, Ju. A. (2004). *Transportno-tehnologicheskie sistemy*. Moskva: Izdatel'stvo «Al'tair», 133.
- [3] Golovko, T. V., Parovik, O. O. (2014). Udoshkalennja procesu vzaemodii zaliznichnogo ta vodnogo transportu na osnovi vimog logistiki. *Zbirnik naukovih prac' UkrDAZT*, 146, 66-70.
- [4] Cvetkov, V. Ja. (2017). Slozhnye tehicheskie sistemy. *Obrazovatel'nye resursy i tehnologii*, 3 (20), 86-92.
- [5] Ishikawa, K., Loftus, J. H. (1990). *Introduction to Quality Control*. Ed. 3. Tokyo, 435.

Yuliia Kazymyrenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Oksana Drozd, PhD, Associate Professor

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Oleksandr Yeholnikov, teacher

Mykolaiv College of Transport Infrastructure of the Dnipro National University of Railway Transport named after

academician V. Lazaryan

Hanna Morozova, senior lecturer

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolajev, Ukraine

RESEARCH OF OPERATION PROCESSES OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF RAILWAY FERRY AS COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Abstract. *The research results provide a multifaceted picture that shows the possibility of reducing the time spent on the ship at the port by increasing the technical level of organizational work with rolling stock on access roads and loading them on a ferry.*

Keywords: *transport and technological system, railway ferry services, system analysis, complex technical systems.*

УДК 005.8:004.73

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХОВИХ МОЛОДШИХ БАКАЛАВРІВ

Ратушняк І. О., канд. техн. наук, доцент¹,

Маршак О. І., старший викладач², Дончик Т. О., аспірантка³

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

1dekan232@gmail.com

2olena.marshak@nuos.edu.ua

3tetyana.donchyk@nuos.edu.ua

м. Миколаїв, Україна

Анотація. *Розглянуто стратегічні напрямки розвитку фахової передвищої освіти на базі відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова», науковим підґрунтям для яких є науково-технічні і методологічні принципи інформаційної підтримки при підготовці фахових молодших бакалаврів.*

Ключові слова: *фахова передвища освіта, підготовка фахових молодших бакалаврів, інформаційна підтримка, науково-технічні і методологічні принципи.*

Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова» (далі «Коледж», прим. авторів) було створено Наказом МОНмолодьспорту України за № 157 від 05.02.2013 р. як «Коледж корабелів». Діяльність «Коледжу» пов'язана із наданням висококваліфікованих освітніх послуг для здобування освітнього рівня фахового молодшого бакалавра у відділеннях морської техніки, енергетики і електричних систем, інформаційних технологій, економіки і менеджменту, екологічної безпеки. «Коледж» здійснює навчання студентів за денною формою навчання на основі повної загальної середньої освіти та освітньо-кваліфікаційного рівня кваліфікований робітник; термін навчання складає від 8 місяців до 2 років 10 місяців (в залежності від обраної спеціальності). Повноцінна адаптація випускників до потреб ринку праці та суспільства неможлива без інформаційної

підтримки, яку покладено в основу стратегічних напрямків розвитку фахової передвищої освіти згідно до Закону України про фахову передвищу освіту [1].

Мета роботи полягає у дослідженні науково-технічних і методологічних принципів інформаційної підтримки при підготовці фахових молодших бакалаврів на базі відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова».

Для досягнення поставленої мети залучені фахівці з відділення інформаційних технологій, наукова діяльність яких безпосередньо пов'язана з проведенням наукових досліджень в області програмного забезпечення, інформаційних технологій, системного аналізу, методологічні засади яких детально описані в роботі [2]. Проведені дослідження являють собою пілотний проект з онлайн-платформою, для чого увагу зосереджено на створенні потужної матеріально-технічної бази з профільною науково-дослідною лабораторією. Головними завданнями такої лабораторії слід вважати:

- виконання студентами завдань, передбачених навчальним планом;
- проведення онлайн-конференцій;
- роботу зі звітною та поточною документацією;
- діагностику та тестування комп'ютерних систем і мереж;
- розробку та впровадження нового програмного забезпечення;
- розробку методичної та технічної документації;
- проведення фундаментальних і прикладних завдань на замовлення роботодавців;
- встановлення творчих контактів (табл. 1).

Таблиця 1 Встановлення творчих контактів

Підприємство	Направлення співпраці
Товариство з обмеженою відповідальністю "НИКСИСТЕМ"	Проведення майстер-класів, гостьових (проблемних) лекцій, присвячених методикам розробки програмного забезпечення для B2B сфери Network Marketing.
Товариство з обмеженою відповідальністю "АРТ СОФТ"	Проведення майстер-класів, гостьових (проблемних) лекцій, присвячених методикам розробки комплексних рішень з використанням "1С:Підприємство" та ознайомленням з новим поколінням системи управління підприємством ERP-класу BAS ERP.
Товариство з обмеженою відповідальністю "Науково-виробниче підприємство ЛІК"	Проведення майстер-класів, гостьових (проблемних) лекцій, присвячених принципам програмування мікроконтролерних систем.

Виконання досліджень є творчим процесом плідної співпраці студентів з викладацьким складом відділення, результатом якої є успішний захист дипломних робіт та їх практична реалізація на підприємствах міста, області, південного регіону України.

В табл. 2 висвітлено інші стратегічні напрямки розвитку фахової передвищої освіти на базі відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова».

Таблиця 2

Стратегічні напрямки розвитку фахової передвищої освіти на базі відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова»

Стратегічні напрямки	Шляхи вирішення
Залучення молоді на спеціальності Коледжу	Впровадження сучасних навчальних технологій, зокрема інтерактивних форм та методів. Посилення виховної складової освітнього процесу
Посилення бази практик	Заклучення договорів з провідними підприємствами
Взаємозв'язок наукової, інноваційної та інтелектуальної діяльності	Посилення кадрового забезпечення, удосконалення лабораторної бази, впровадження новітніх та перспективних розробок в області ІТ-технологій

Висновок:

Досліджено та пояснено науково-технічні та методологічні принципи інформаційної підтримки при підготовці фахових молодших бакалаврів на базі відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова».

Перспективи подальших досліджень включають у себе підключення до робочих процесів нових онлайн-ресурсів, які забезпечать посилення наукової та освітньої складових.

REFERENCES

[1] Zakon Ukrainy pro fakhovu peredvyshchu osvitu [The Law of Ukraine "On the professional pre-higher education"] № 30. – art. 119 (2019). [in Ukrainian].

[2] Bai, S. I., Blintsov, V. S., Bushuyev, S. D., Vosniy, O. M., Gaida, A. U., Zaporjets, I. M., Maslak, M. V., Pererva, P. G., Pokotilov, I. P., Ryjgov, S. S., Fateev, M. V., Chernov, S. K., Chernova, L. S., Shovkaliuk, V. S., & Tanaka, H. (2013) *Innovation activity management for enterprises and organizations of the maritime economic complex*. MUKOLAYIV: published by Tobubara O.S. [in Ukrainian].

Ratushniak, I.O. Ph.D, Associate professor,

Marshak, O.I., Senior Lecturer, Donchyk, T.O. postgraduate,

Scientific, Technical And Methodological Methods Of Information Support Of Professional Junior Bachelors.

Annotation. *The strategic directions of development of Autonomous Infrastructure Department "Professional College for Shipbuilders of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding" are considered scientific basis for which are the scientific, technical and methodological principles of information support in the training of professional junior bachelors.*

Key words: *professional prehigher education, professional junior bachelors training, information support, scientific, technical and methodological principles.*

УДК 004.72.056.52

ЗАХИСТ ДАНИХ КОРПОРАТИВНОГО ВЕБ-САЙТУ

Божаткін С.М., Гусева-Божаткіна В.А., Пасюк Б.Б., Фаріонова Т.А., к.т.н., проф.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Україна, м. Миколаїв,

bsm@mksat.net, GusevaBozh@meta.ua, bwolverine44@gmail.com, tetyana.farionova@nuos.edu.ua

Анотація. *Розглянуто існуючі моделі інформаційної безпеки захисту даних корпоративного веб-сайту. На прикладі аналізу захищеності корпоративного веб-серверу сайту комунального підприємства були виявлені такі недоліки як підміна вмісту та підвищення рівня виникнення ризик – факторів, тощо. Запропоновано модель інформаційної безпеки шляхом удосконалення моделі порушника., що дає можливість вчасно виявляти і сигналізувати про початок мережевої атаки.*

Ключові слова: *захист даних; веб-сайт підприємства; інформаційна безпека; інформація; мережеві загрози; модель порушника.*

Вступ. Захист інформації корпоративного сайту, полягає в створенні і підтримці в дієздатному стані системи заходів, як технічних (інженерних, програмно-апаратних), так і нетехнічних (юридичних, організаційних), що дозволяють запобігти або ускладнити можливість реалізації мережевих загроз, а також знизити потенційні збитки [1].

Веб-сайт підприємства є частиною корпоративної інфраструктури, а його «злам» - неймовірний удар по репутації підприємства. Гірше, коли з веб-сайту зловмисники викрадають персональні дані клієнтів. Це загрожує колосальними збитками і погіршенням іміджу та зниженням довіри до компанії. Тому актуальним є дослідження несприятливих впливів (загроз), які призводять до зниження захисту даних корпоративного веб-сайту.

Основна частина. Для захисту інформаційного середовища корпоративного веб-сайту, навіть якщо він розміщений у хостинг-провайдера, варто використовувати спеціальні інструменти моніторингу для своєчасного реагування на зовнішні загрози. Навіть якщо сайт розроблено досить відомою компанією, все одно варто вивчити політику безпеки. Не таким частим є явище, коли веб-сайти невеликих державних та комунальних підприємств не мають навіть сертифікату SSL, а клієнти працюють з цим ресурсом та навіть вводять персональні дані. Зловмисники, виконавши не надто складні дії, можуть в незашифрованому вигляді надіслати до серверу веб-сайту дані, введені користувачем.

Для захисту даних корпоративного веб-сайту необхідно:

- визначити перелік цінної інформації та рівень її критичності;
- прогнозувати та своєчасно виявляти загрози інформаційної безпеки та причини, що сприяють нанесенню будь-яких збитків;
- створити умови функціонування з найменшою вірогідністю реалізації загроз інформаційним ресурсам;
- розробити механізми та умови оперативного реагування на загрози і прояви негативних тенденцій у функціонуванні;
- ефективно припиняти зазіхання на ресурси;
- ослабити негативний вплив наслідків порушення інформаційної безпеки на досягнення стратегічних цілей[2].

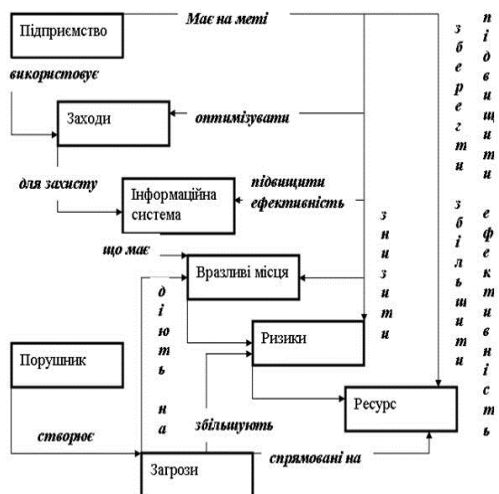


Рисунок 1 - Модель побудови системи інформаційної безпеки підприємства

Для підвищення безпеки даних корпоративного веб-сайту рекомендовано використовувати модель захисту інформації, що наведено на рис. 1. Ця модель відповідає спеціально розробленим нормативним документам щодо забезпечення інформаційної безпеки, міжнародними стандартами ISO / IEC 15408 "Інформаційна технологія - методи захисту - критерії оцінки інформаційної безпеки", а також ISO / IEC 17799 "Управління інформаційною безпекою", що враховує тенденції розвитку вітчизняної нормативної бази з питань інформаційної безпеки[3].

У ній розглядаються такі об'єктивні чинники:

- загрози інформаційній безпеці (характеризуються ймовірністю виникнення та ймовірністю реалізації); [4].
- вразливості інформаційної системи (впливають на ймовірність реалізації загрози);
- ризик - фактор (відображає можливі втрати організації в результаті реалізації загрози інформаційній безпеці: витоку інформації і її неправомірному використанню[5].

Також було досліджено характеристики можливого порушника[6].

Рекомендовану структуру моделі порушника зображено на рис.2. Вона разом із моделлю загроз використовується під час розроблення політики безпеки інформації на підприємстві [7].

Інформація розміщується на сервері. У майбутньому запити комп'ютера користувача за допомогою служби DNS направляються на цей сервер, який у відповідь видає всі необхідні дані. В деяких випадках цю схему сильно ускладнюють. Для цього копію сайту розміщують ще на одному або декількох серверах, а запити з комп'ютерів користувачів спеціальний модуль (load balancer) направляє на найменш завантажений з них.



Рисунок 2 - Модель порушника

Усі розглянуті системи мають один недолік - вразливість мереж зв'язку. Протокол захищених сокетів (SSL), спільно розроблений Netscape Communications та RSA Data Security, надає ефективний рівень безпеки. Він забезпечує аутентифікацію на основі сертифікатів та узгодження безпеки через встановлене мережеве з'єднання, тому було рекомендовано використовувати SSL як протокол безпечної передачі інформації.

Висновки. Розроблена система захисту даних корпоративного сайту може використовувати попередньо створені набори правил для автоматизації роботи.

Таким чином рекомендована модель захисту даних корпоративного сайту дозволяє уникнути таких вразливостей:

- недостатня автентифікація (insufficient authentication)
- слабка перевірка відновлення пароля (weak password recovery validation)
- передбачуване значення сесії (credential / session prediction)
- недостатня авторизація (insufficient authorization)
- недостатня тривалість сесійного часу (insufficient session expiration)
- фіксація сесійної роботи (session fixation)
- підміна вмісту (content spoofing)
- міжсайтовий сценарій (cross-site scripting - xss)
- переповнення буфера (buffer overflow)
- атака на функцію формату тексту (format string attack)
- впровадження оператора (ldap injection)
- виконання команд ОС (os commanding)
- sql-ін'єкції (sql injection)
- впровадження серверних команд до html-коду (ssi injection)
- впровадження операторів xpath (xpath injection)
- індексація каталогів (directory indexing)
- витік інформації (information leakage)
- зворотній шлях в директоріях (path traversal)
- передбачуване місцезнаходження ресурсу (predictable resource location)
- зловживання функціональністю (abuse of functionality)
- відмова в обслуговуванні (denial of service)
- недостатня протидія автоматизації (insufficient anti-automation)
- недостатня перевірка процесу (insufficient process validation)

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] СБ України (1999). НД ТЗІ 1.1-002 – 99 Загальні положення щодо захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. Київ: ДСТСЗІ СБ України.
- [2] М.О. Мельник, Г.Д. Нікітін, К.О. Мезенцева (2017). Політика інформаційної безпеки підприємства. Структура концепції захисту: Взято з <https://beasthackerz.ru/uk/wi-fi-lokalnaya-set/chto-takoe-politika-informacionnoi-bezopasnosti-organizacii-lekciya.html>
- [3] Симонов С.В. (2001). Методика оцінки ризиків порушення інформаційної безпеки. Взято з https://studopedia.su/20_7593_metodika-otsinki-rizikiv-porushennya-informatsiynoi-bezpeki.html
- [4] Д. О. Сікорський (2015). Аналіз принципів побудови моделей інформаційної безпеки в корпоративних інформаційних системах. Взято з <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4257>
- [5] О.В. Кіреєнко (2019). Порушники в інформаційній безпеці. Модель порушника. Взято з <https://works.doklad.ru/view/0uSxB0lhk8I/2.html>
- [6] В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко (2004). Ризикологія в економіці та підприємстві Київ: КНЕУ. – 480 с.
- [7] Юлія Хохлачова (2012). Політика інформаційної безпеки об'єкта. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні, 2(24), 23-29.

S. Bozhatkin, V. Guseva-Bozhatkina, B. Pasiuk, T. Farionova

DATA PROTECTION OF THE ENTERPRISE WEBSITE

Annotation. The existing models of information protection of data protection of the corporate website are considered. For example, the analysis of the security of the corporate web server of the utility company's website revealed such shortcomings as substitution of content and increase in the level of risk factors, etc. In this paper, we propose an information security model, which obtained by improving the model of an attacker, which allows timely detecting and signaling the beginning of a network attack.

Keywords: data protection; enterprise website; informational security; information; network threats; model of the violator.

УДК 004.032.26

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НАДВОДНИХ СУДЕН

Михаліченко Павло Євгенович, доктор технічних наук, доцент¹, Латанська Людмила Олексіївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент², Дудченко Олег Миколайович, кандидат технічних наук, професор³, Родін Павло Анатолійович, студент-магістр⁴
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
Херсонська філія
Україна, м. Херсон

¹ pahamihali4@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2292-3127

² llatanskaya@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6473-7624

³ ondudchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7724-0892

⁴ pavel@oneplanetops.com, ORCID: 0000-0002-3388-7555

Анотація. Запропоновано застосування згортаючих нейронних мереж для розпізнавання образів судна.

Ключові слова: комп'ютерний зір, нейронні мережі, машинне навчання, штучний інтелект

Вступ. У багатьох прикладних задачах сучасного програмування використовують методи збору даних, кластеризації і класифікації, методи статистичного висновку. У повсякчасному житті, як і в корпоративну, і в промисловому середовищі починають впроваджувати технології, які стирають межу між реальним і віртуальним простором, що вимагає нового якісного рівня впроваджуваних технологій розпізнавання образів. Не виняток і морський і річковий транспорт. Для ефективного управління акваторій портів, шлюзів, мостів тощо часто постає задача розпізнавання надводних суден. Саме тому метою даної роботи автори вбачають дослідити найбільш ефективні способи розпізнавання образів суден.

Основна частина. Розпізнавання образів це науковий напрямок, пов'язаний з розробкою принципів і побудовою систем, призначених для визначення приналежності об'єкта до одного з класів об'єктів. Класи об'єктів можуть бути заздалегідь виділені (завдання класифікації) або необхідно їх виявити в процесі виконання завдання (завдання кластеризації). Під об'єктами в розпізнаванні образів розуміють: різні предмети і явища, процеси і ситуації, сигнали тощо Крім смислової (семантичної) відмінності, що вкладається в поняття образ, вони відрізняються один від одного також за способом подання (синтаксису): в класичних моделях образ зазвичай описується набором ознак, кожен з яких характеризує певну властивість об'єкта; в структурних моделях в якості способу виступає деякий вислів, що породжується граматикою, що характеризує клас; в задачах обробки тексту роль образу виконує деяка ланцюжок символів або шаблонне уявлення цього ланцюжка (наприклад, регулярні вирази).

Завдання розпізнавання образів є, по суті, дискретні аналоги задач пошуку оптимальних рішень (дискретного програмування). До них відноситься широкий клас задач, в яких за деякою, зазвичай вельми різномірною, неповною, нечіткою, перекрученою і непрямой інформації потрібно встановити, чи мають досліджувані об'єкти, ситуації або явища фіксованим кінцевим набором властивостей, що дозволяє віднести їх до певного класу.

Інший з важливих областей застосування теорії розпізнавання образів є рішення задач прогнозування поведінки об'єктів або розвитку ситуації. До завдань цього виду відносяться завдання технічної та медичної діагностики, геологічного прогнозування, прогнозування властивостей хімічних сполук, сплавів та нових матеріалів, прогнозування врожаю і ходу будівництва великих об'єктів, виявлення лісових пожеж, управління виробничими процесами тощо.

Завдання розпізнавання образів виникає в системах штучного інтелекту. Наприклад, в розумінні природної мови, символічної обробки виразів алгебри, експертних системах і ін. Взагалі, будь-яке завдання можна розглядати як задачу розпізнавання образу. Основні типи завдань розпізнавання образів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Типи завдань розпізнавання образів

Тип задачі	Опис
Класифікація	Віднесення поточного об'єкта (ситуації) по його формалізованого опису до одного із заданих класів.
Кластеризація	Розділення безлічі об'єктів (ситуацій) по їх формалізованим описами на систему непересічних підмножин (класів).
Прогнозування	Передбаченн значень характеристик або поведінки системи в майбутньому на підставі попередніх і поточних спостережень.
Апроксимація функцій	Пошук функції, найближче відповідної набору експериментально даних.
Оптимізація	Пошук ефективного або оптимального рішення цільової функції в умовах дії обмежень.

Одним з найбільш ефективних і поширених способів подання і вирішення перерахованих вище завдань є штучні нейронні мережі. Основними відмінними особливостями ШНМ від логічних інформаційно-обчислювальних систем (ІОС) є: штучні нейронні мережі подібні до структури мозку. У логічних ІОС використовуються абстрактні структури (правила, фрейми, сценарії і т.д.), що не мають аналогів у живій природі; для вирішення завдань в логічних ІОС треба заздалегідь сформулювати весь набір закономірностей, що описують предметну область. У ШНМ використовується інший підхід, який заснований на концепції навчання на прикладах.

В цьому випадку при побудові ІОС не потрібно заздалегідь знати про всі закономірності досліджуваної області, але необхідно мати достатню кількість прикладів для настройки системи, що розробляється, яка після навчання буде здатна отримувати необхідні результати з певним ступенем вірогідності.

Припустимо, у нас є зображення Альберта Ейнштейна (рис. 1).

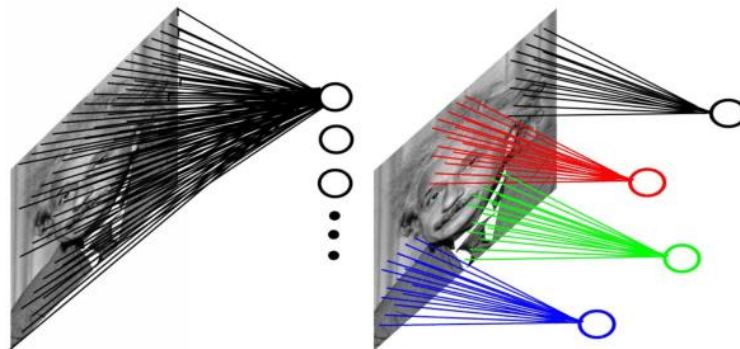


Рисунок 1 – Згортання зображення

І ці кружечки - це нейрони. Ми можемо під'єднати нейрон до всіх пікселів вхідного зображення. Але тут є велика проблема, що якщо приєднати кожен нейрон до всіх пікселів, то, по-перше, у нас вийде дуже багато ваг, і це буде дуже довго обчислювати таку суму для кожного з нейронів, а по-друге, ваг вийде так багато, що цей метод буде дуже нестійкий до перенавчання, тобто до ефекту, коли на навчальній множині ми все добре передбачаємо, а на безлічі прикладів, які не входять до навчальної виборки, ми працюємо дуже погано, просто тому, що ми переналаштовані на навчальну множину. У нас занадто багато ваг, занадто багато свободи, ми можемо дуже добре пояснити будь-які варіації в навчальній множині. Тому придумали іншу архітектуру, в якій кожен з нейронів приєднаний тільки до невеликої околиці на зображенні. Крім усього іншого всі ці нейрони володіють одними й тими ж вагами, і така конструкція називається згортанням зображення.

Найкращі результати в області розпізнавання образів показала Convolutional Neural Network (CNN) або згортаюча нейронна мережа (ЗНМ), яка є логічним розвитком ідей таких архітектур нейронних мереж як когнітрона і неокогнітрона. Успіх обумовлений можливістю обліку двовимірної топології зображення, на відміну від багатoshарового персептрона.

Згортаюча нейронна мережа - це особливий вид штучних нейронних мереж. Вона складається з одного або декількох згортальних шарів (іноді з шарами підвибірки), за якими слідують повнозв'язні шари як у звичайній нейронній мережі. Архітектура згортальних нейронних мереж мотивована відкриттям механізму роботи візуальної кори головного мозку. У корі міститься багато клітин-рецепторів, які відповідають за детектування світла в маленьких перекриваються областях візуального поля, а більш складні клітини обробляють сигнали, що надходять з цих рецепторів.

Робота згортаючої нейронної мережі зазвичай інтерпретується як перехід від певних особливостей зображення до більш абстрактних деталей, і далі до ще більш абстрактних деталей аж до виділення понять високого рівня. При цьому мережа самоналаштовується і виробляє сама необхідну ієрархію абстрактних ознак (послідовності карт ознак), фільтруючи незначні деталі і виділяючи істотне.

Подібна інтерпретація носить скоріше метафоричний або ілюстративний характер. Фактично «ознаки», що виробляються складною мережею, малозрозумілі і важкі для інтерпретації настільки, що в практичних системах не дуже рекомендується намагатися зрозуміти змісту цих ознак або намагатися їх «підправити», замість цього рекомендується вдосконалити саму структуру і архітектуру мережі, щоб отримати кращі результати. Так, ігнорування системою якихось істотних явищ може говорити про те, що або не вистачає даних для навчання, або структура мережі має недоліки і система не може виробити ефективних ознак для даних явищ.

Згортаючі нейронні мережі показують відмінні результати при обробці даних з просторовою структурою з кількох причин:

- один з кращих алгоритмів по розпізнаванню та класифікації зображень;
- у порівнянні з перцептронами - набагато менша кількість ваг, оскільки одне ядро ваг використовується цілком для всього зображення, замість того, щоб робити для кожного пікселя вхідного зображення свої персональні вагові коефіцієнти. Це підштовхує нейромережу при навчанні до узагальнення демонстрованої інформації, а не попіксельне запам'ятовування кожного зображення в міриадах вагових коефіцієнтів, як це робить перцептрон;
- зручне розпаралелювання обчислень, а отже, можливість реалізації алгоритмів роботи і навчання мережі на графічних процесорах;
- відносна стійкість до повороту, зсуву, зміни ракурсу і іншим спотворень, а також стійкість до шумів;
- більш швидке і якісне навчання у порівнянні з навчанням повнозв'язних мереж, крім того навчання за допомогою класичного методу зворотного поширення похибки;
- облік просторової структури вхідних ознак.

Серед недоліків ЗНМ слід виділити: занадто багато змінних параметрів мережі; незрозуміло, для якої задачі і обчислювальної потужності які потрібні налаштування. Так, до варіюваних параметрів можна віднести: кількість шарів, розмірність ядра згортки для кожного з шарів, кількість ядер для кожного з шарів, крок зсуву ядра при обробці шару, необхідність шарів субдискретизації, ступінь зменшення ними розмірності, функція по зменшенню розмірності (вибір максимуму, середнього і т. п.), передавальна функція нейронів, наявність і параметри вихідних повнозв'язаних нейромереж на виході згортаючої. Всі ці параметри істотно впливають на результат, але вибираються дослідниками емпірично. Існує кілька вивірених конфігурацій мереж, але не вистачає рекомендацій, за якими потрібно будувати мережу для нового завдання.

ЗНМ об'єднують три архітектурних ідеї, для забезпечення інваріантності до зміни масштабу, повороту зрушення і просторовим спотворень: локальні рецепторні поля (забезпечують локальну двовимірну зв'язність нейронів); загальні вагові коефіцієнти синапсів (забезпечують детектування деяких рис в будь-якому місці зображення і зменшують загальне число вагових коефіцієнтів); ієрархічна організація з просторовими підвиборками.

Висновки. В роботі було проведено дослідження нейронних мереж у контексті розпізнавання надводних транспортних засобів. Головною умовою розробленого технічного рішення є те що підсистема розпізнавання повинна діяти в складі роботизованого комплексу моніторингу акваторій в кліматичних умовах України. Підсистема повинна легко поєднуватися з існуючими системами відео спостереження та моніторингу. Для виконання поставленої мети було виконано наступну роботу.

1. Досліджено різні способи розпізнавання образів у відео потоці. В результаті було обрано застосування нейронних мереж для розпізнавання надводних суден.
2. Досліджуючи весь різновид нейронних мереж було обрано згортаючі нейронні мережі, спеціалізацією яких є саме розпізнавання образів.

Latanskaya Lydmila, Rodin Pavlo, Mykhalichenko Pavlo

Using neural networks for pattern ship recognition

Text of the annotation. The use of convolutional neural networks for recognizing images of ships is proposed

Keywords: computer vision, neuron network, machine-learning, artificial intelligence.

УДК 519.6

АЛЬТЕРНАТИВНІ МОДЕЛІ СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СУДНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Гучек Петро Йосипович, д.т.н., доцент^{1,2}, Литвиненко Олена Іванівна, к.т.н., доцент², Астіоненко Ігор Олександрович, к.ф.-м.н., доцент³, Дудченко Олег Миколайович, к.т.н., професор², Карпова Світлана Олегівна²

¹ Університет економіки та гуманітарних наук у Варшаві; ² Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова; ³ Херсонський національний технічний університет

¹ Польща, Варшава; ^{2,3} Україна, Херсон

¹ phuchek@gmail.com, ² kbnuos@gmail.com, ³ mmkntu@gmail.com

Анотація. Найбільш ефективним чисельним методом інженерного аналізу, що дозволяє найкращим чином оцінити напружено-деформований стан конструкції будь-якої форми і розміру, є метод скінченних елементів. В роботі представлено альтернативні моделі для біквадратичного та бікубічного скінченного елементів серендипової сім'ї та проведено тестування отриманих альтернативних моделей за допомогою завдання про кручення стержня некругового перерізу і порівняння отриманих результатів з точним рішенням.

Ключові слова: метод скінченних елементів, серендипові скінченні елементи, функції форми.

Вступ. В процесі експлуатації суден, наприклад, як плавкрани, земснаряди, баржі та судна спеціального призначення найчастіше виникає необхідність в їх модернізації для вирішення певних технічних завдань. Така модернізація пов'язана, як правило, з різними конструктивними змінами судна, що забезпечують монтаж і функціонування спеціалізованого обладнання, пристроїв і систем. Кожна конструктивна зміна унікальна, а її глибина і реалізація залежить від конкретного завдання, при цьому оцінка міцності нових конструктивних елементів і їх вплив на несучу здатність існуючих корпусних конструкцій можуть не передбачатися існуючими розрахунковими методиками. Ця проблема може бути вирішена за допомогою комп'ютерного моделювання. Розрахунок міцності конструкцій з урахуванням фізичної нелінійності матеріалу вимагає високої точності визначення всіх компонентів напружено-деформованого стану (НДС). Найбільш ефективним чисельним методом інженерного аналізу, що дозволяє найкращим чином оцінити НДС конструкції будь-якої форми і розміру, є метод скінченних елементів (МСЕ). В даний час МСЕ використовується при проектуванні судів як для оцінки загальної, так і місцевої міцності. Його застосування, в основному, регламентується відповідними вимогами Міжнародної асоціації класифікаційних товариств, проте більшість іноземних класифікаційних товариств в своїх правилах мають рекомендації щодо виконання перевірочних розрахунків корпусних конструкцій за допомогою МСЕ. Таким чином, пошук альтернативних моделей скінчено-елементної апроксимації які б дозволили зменшити розмірність задачі та поліпшити обчислювальні властивості є досить актуальним питанням сьогодення в суднобудуванні.

Ціль роботи. Розробка альтернативних моделей біквадратичного та бікубічного скінченних елементів (СЕ) серендипової сім'ї та тестування і порівняння отриманих результатів з точним рішенням [1].

Основна частина. Довгий час вважалося, що на кожному серендиповому скінченному елементі існує єдиний базис - стандартний, який був отриманий алгебраїчним способом [2]. Процедура систематичного генерування базису, яка була запропонована Тейлором у 1972 році, привела до вже відомих стандартних моделей на елементах серендипової сім'ї [3]. У 70-х роках минулого століття завдяки роботам Уачспреса з'явився метод "product of planes" для конструювання базисних функцій СЕ [4]. Але цей метод не застосовувався на серендипових скінченних елементах (ССЕ). На початку 80-х років був запропонований ймовірно-геометричний метод конструювання базисів скінченних елементів різноманітної конфігурації [5]. Переваги цього метода найбільш виразно проявилися саме на серендипових моделях. Для конструювання серендипових елементів використовувався геометричний метод [6]. Нові методи значно спрощують процедуру побудови базису і дозволяють отримати альтернативні моделі ССЕ. Наявність "позавузлових" параметрів у моделях, що отримані за допомогою нових методів, дає можливість позбутися недоліків, які притаманні стандартним моделям (наприклад, від'ємних значень навантажень у вузлах). Але побудова систем базисних функцій цими методами не дає можливості будувати базиси на ССЕ з наперед заданими характеристиками. Для розв'язання на ССЕ задачі інтерполювання з умовами [7] був запропонований аналітичний метод побудови ієрархічних форм базисних функцій [8].

За допомогою матричних методів на серендипових елементах отримані базиси, які називаються стандартними. Матричний метод був розвинений в працях Вандермонда, Коші, Лагранжа стосовно задач інтерполяції функцій одного аргументу. У МСЕ він вважається основним методом побудови інтерполяційних

поліномів для функцій двох і трьох аргументів. Наприклад, процедура побудови базису для СЕ з 4-ма вузлами (рис.1) починається з вибору 4-параметричного поліному з двома аргументами:

$$\varphi(\xi, \eta) = \alpha_1 + \alpha_2 \xi + \alpha_3 \eta + \alpha_4 \xi \eta, \text{ де } |\xi| \leq 1, |\eta| \leq 1 \quad (1)$$

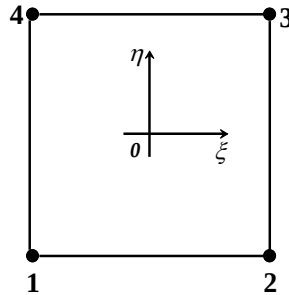


Рис.1. Елемент з білінійним базисом (СЕ-4)

Базисні функції білінійної інтерполяції $N_i(\xi, \eta)$ ($i=1,2,3,4$) повинні задовольняти інтерполяційній гіпотезі

$$N_i(\xi_k, \eta_k) = \delta_{ik}, \quad i, k = \overline{1,4}, \quad (2)$$

де δ_{ik} – символ Кронекера.

Використання (2) приводить до системи лінійних алгебраїчних рівнянь 4×4 відносно параметрів α_j :

$$\alpha_1 + \alpha_2 \xi_k + \alpha_3 \eta_k + \alpha_4 \xi_k \eta_k = \delta_{ik}, \quad (3)$$

де i – номер базисної функції; k – номер вузла.

Знайдемо невідомі параметри α_j і напишемо інтерполяційний поліном (1) у вигляді [2]:

$$\varphi(\xi, \eta) = N_1(\xi, \eta)\Phi_1 + N_2(\xi, \eta)\Phi_2 + N_3(\xi, \eta)\Phi_3 + N_4(\xi, \eta)\Phi_4 = [N_i][\Phi_i], \quad (4)$$

де $[N_i]$ – матриця-рядок базисних функцій СЕ ($i=1,2,3,4$); $\{\Phi_i\}$ – матриця-стовпець граничних значень функцій, що інтерполюється.

Отримуємо білінійний базис на СЕ-4:

$$N_i = \frac{1}{4}(1 + \xi_i \xi)(1 + \eta_i \eta), \quad i = 1,2,3,4; \quad \xi_i, \eta_i = \pm 1. \quad (5)$$

Функції форми (базисні функції) $N_i(\xi, \eta)$ виконують важливу роль в методі скінченних елементів – апроксимують поле в середині елемента. Від вибору апроксимуючих функцій та їх властивостей в значній мірі залежить точність розв'язку. Слід зауважити, що серендипові моделі є унікальним прикладом одночасної інтерполяції та апроксимації – вони інтерполюють функцію на границі елемента та апроксимують всередині його.

У роботі розглядаються скінченні елементи серендипової сім'ї з біквадратичною та бікубічною інтерполяцією (рис. 2, рис. 3) [2,9].

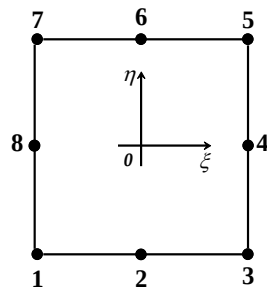


Рис.2. ССЕ-8

$$(|\xi| \leq 1, |\eta| \leq 1)$$

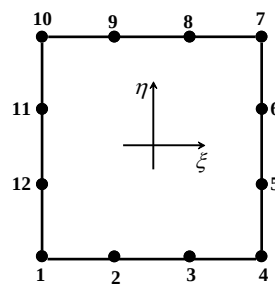


Рис.3. ССЕ-12

$$(|\xi| \leq 1, |\eta| \leq 1)$$

Використовуючи аналітичний метод побудови ієрархічних форм базисних функцій, множину базисів ССЕ-8 можливо отримати додаванням до поверхні стандартного базису [8]:

$$N_1^{(s)}(\xi, \eta) = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)(-1-\xi-\eta), \quad (6)$$

$$N_2^{(s)} = \frac{1}{2}(1-\xi^2)(1-\eta) \quad (7)$$

гіперболічного параболоїда з коефіцієнтом K :

$$N_1 = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)(-1-\xi-\eta + K(1+\xi)(1+\eta)), \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{1}{2}(1-\xi)(1-\eta)\left((1+\xi) - \frac{1}{2}K(1+\xi)(1+\eta)\right) \quad (9)$$

де $N_1^{(s)}, N_2^{(s)}$ - стандартні базисні функції CSE-8,

N_1, N_2 - модифіковані базисні функції CSE-8.

Запишемо узагальнені формули для побудови альтернативних базисних функцій біквадратичного елемента:

$$N_i = \frac{1}{4}(1+\xi_i\xi)(1+\eta_i\eta)(-1+\xi_i\xi+\eta_i\eta + K(1-\xi_i\xi)(1-\eta_i\eta)), \quad (10)$$

$$i = 1, 3, 5, 7; \quad \xi_i = \pm 1; \quad \eta_i = \pm 1.$$

$$N_i = \frac{1}{2}(1-\xi)(1+\eta_i\eta)\left((1+\xi) - \frac{1}{2}K(1+\xi)(1-\eta_i\eta)\right), \quad i = 2, 6; \quad \eta_i = \pm 1. \quad (11)$$

$$N_i = \frac{1}{2}(1-\eta)(1+\xi_i\xi)\left((1+\eta) - \frac{1}{2}K(1+\eta)(1-\xi_i\xi)\right), \quad (12)$$

$$i = 4, 8; \quad \xi_i = \pm 1.$$

Аналогічно використовуючи аналітичний метод побудови ієрархічних форм базисних функцій отримуємо множину базисів CSE-12 додаванням до поверхні стандартного базису [8]:

$$N_1^{(s)} = \frac{1}{32}(1-\xi)(1-\eta)(9\xi^2 + 9\eta^2 - 10), \quad (13)$$

$$N_2^{(s)} = \frac{9}{32}(1-\xi^2)(1-\eta)(1-9\xi), \quad (14)$$

гіперболічного параболоїда з коефіцієнтом K :

$$N_1 = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)\left(\frac{1}{8}(9\xi^2 + 9\eta^2 - 10) + K \cdot \frac{9}{4} \cdot (1+\xi)(1+\eta)\right), \quad (15)$$

$$N_2 = \frac{3}{8}(1-\xi)(1-\eta)\left(\frac{3}{4}(1+\xi)(1-3\xi) - K \cdot \frac{3}{4} \cdot (1+\xi)(1+\eta)\right), \quad (16)$$

де $N_1^{(s)}, N_2^{(s)}$ - стандартні базисні функції CSE-12,

N_1, N_2 - модифіковані базисні функції CSE-12.

Запишемо узагальнені формули для побудови альтернативних базисних функцій бікубічного елемента:

$$N_i = \frac{1}{4}(1+\xi_i\xi)(1+\eta_i\eta)\left(\frac{1}{8}(9\xi^2 + 9\eta^2 - 10) + K \cdot \frac{9}{4} \cdot (1-\xi_i\xi)(1-\eta_i\eta)\right), \quad (17)$$

$$i = 1, 4, 7, 10; \quad \xi_i, \eta_i = \pm 1;$$

$$N_i = \frac{3}{8}(1+3\xi_i\xi)(1+\eta_i\eta)\left(\frac{3}{4}(1-3\xi_i\xi)(1+9\xi_i\xi) - K \cdot \frac{3}{4}(1-3\xi_i\xi)(1-\eta_i\eta)\right), \quad (18)$$

$$i = 2, 3, 8, 9, \quad \eta_i = \pm 1, \quad \xi_i = \pm \frac{1}{3}.$$

$$N_i = \frac{3}{8}(1+3\eta_i\eta)(1+\xi_i\xi)\left(\frac{3}{4}(1-3\eta_i\eta)(1+9\eta_i\eta)-K\cdot\frac{3}{4}(1-3\eta_i\eta)(1-\xi_i\xi)\right),$$

$$i = 5,6,11,12, \quad \xi_i = \pm 1, \quad \eta_i = \pm \frac{1}{3}.$$
(19)

Отримані базисні функції відповідають всім властивостям, які притаманні функціям форми в МСЕ [2,8].

Для тестування альтернативних моделей розглянемо задачу про кручення стержня квадратного перерізу, яка приведена в [10]. Нехай дано: модуль зсуву $\mu = 0,8 \cdot 10^7 \text{ Н/см}^2$; відносний кут закручування (кут крутки) $1^0 \text{ на } 100 \text{ см}$; площа поперечного перерізу 1 см^2 ; $K_{xx} = K_{yy} = 1$. Знайти поверхню напружень і крутний момент, що виникають при вільному крученні стержня.

В математичній фізиці ця задача відома як задача Діріхле для рівняння Пуассона [11]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = -2\mu\theta, \quad \varphi|_r = 0.$$
(20)

Варіаційне формулювання завдання про кручення стержня пов'язана з мінімізацією функціоналу:

$$\chi = \int_V \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 - (2\mu\theta)\varphi \right) dV.$$
(21)

Функціонал може бути записаний у вигляді:

$$\chi = \int_V \left(\frac{1}{2} \{g\}^T [D] \{g\} - (2\mu\theta)\varphi \right) dV,$$
(22)

$$\text{де } \{g\} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial y} \end{Bmatrix}, \quad [D] = \begin{bmatrix} K_{xx} & 0 \\ 0 & K_{yy} \end{bmatrix}.$$

Мінімізація χ по $\{\Phi\}$ призводить до системи лінійних рівнянь:

$$\sum_{e=1}^E \int_{V^{(e)}} [g^{(e)}]^T [D^{(e)}] [g^{(e)}] dV = \sum_{e=1}^E \int_{V^{(e)}} [N^{(e)}]^T (2\mu\theta) dV,$$
(23)

$$\text{де } \{g^{(e)}\} = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_i^{(e)}}{\partial x} & \frac{\partial N_j^{(e)}}{\partial x} & \dots & \frac{\partial N_r^{(e)}}{\partial x} \\ \frac{\partial N_i^{(e)}}{\partial y} & \frac{\partial N_j^{(e)}}{\partial y} & \dots & \frac{\partial N_r^{(e)}}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Phi_i \\ \Phi_j \\ \dots \\ \Phi_r \end{Bmatrix},$$

$[N_i, N_j, \dots, N_r]$ – функції форми СЕ,

$\{\Phi_i, \Phi_j, \dots, \Phi_r\}$ – вузлові значення функції напружень.

Зсувні напруження, що виникають в стержні в результаті дії крутного моменту M щодо осі z , можуть бути обчислені в довільній точці за формулами:

$$\tau_{zx} = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad \tau_{zy} = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}.$$
(24)

Крутний момент пропорційний об'єму, охоплених поверхнею напружень:

$$M = 2 \iint_{\Omega} \varphi dx dy,$$
(25)

де Ω – переріз стержня.

В силу симетрії області, розв'язання в [11] виконується на 1/8 частині квадрата, заштрихованої на рис. 4. Розбиття заштрихованої області проводиться методом триангуляції (рис. 5).

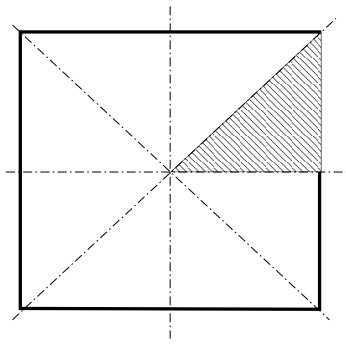


Рис. 4. Переріз
квадратного стержня

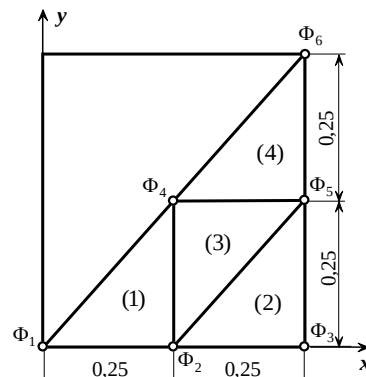


Рис. 5. Розбиття перерізу
на трикутні СЕ

В результаті отримано наближене розв'язання, показане на рис. 6 [10].

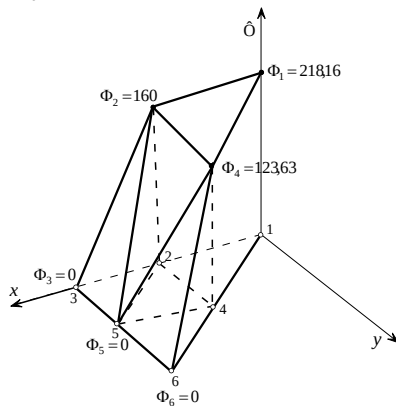


Рис. 6. Вузлові значення функції напружень при
триангуляції

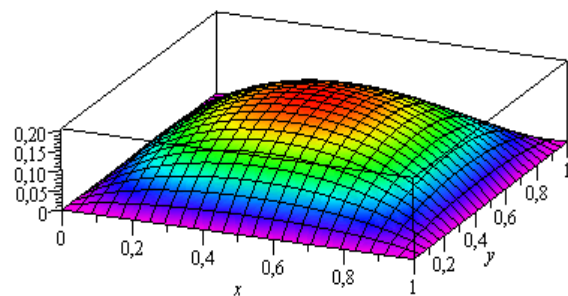


Рис. 7. Поверхня напружень, що задається формулою
(26) (по вертикальній координаті масштаб 1:1000)

В [1] ця задача вирішувалася методом Рітца. На рис. 7 показана поверхня напружень, яка відповідає рішенню для квадрата з площею перетину 1 см^2 , якщо в якості апроксимуючої взяти функцію у вигляді нескінченного тригонометричного ряду [1]:

$$\varphi = \frac{32\mu\theta b^2}{\pi^4} \sum_{m=1,3,\dots} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{\sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}}{m n (m^2 \alpha^2 + n^2)}; \quad (26)$$

$$M = \frac{32\mu\theta 8ab^3}{\pi^4 \pi^2} \sum_{m=1,3,\dots} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{m^2 n^2 (m^2 \alpha^2 + n^2)}; \quad (27)$$

Надалі розв'язання (26)-(27) будемо називати точним.

Навіть візуальне порівняння рис. 6 і рис. 7 говорить про погану точність розв'язку, отриманого за допомогою 4 трикутників. Недоліком застосування лінійних інтерполяційних поліномів є неможливість отримати градієнти як функції координат. Уточнити значення напружень всередині стержня можна наступним чином: 1) збільшити кількість трикутних елементів; 2) взяти трикутники з більшим числом вузлів на границі; 3) застосувати скінченні елементи в формі квадрату.

Для уточнення значень напружень застосуємо процедуру методу скінченних елементів з біквадратичними скінченними елементами (ССЕ-8) (рис. 8). Розбиття $1/4$ частини перерізу стержня на квадрати показано на рис. 9.

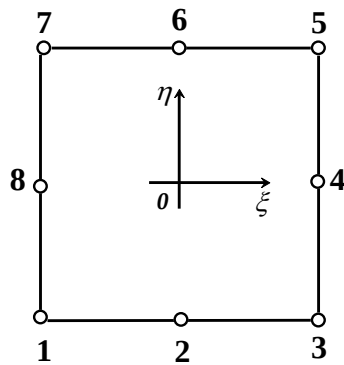
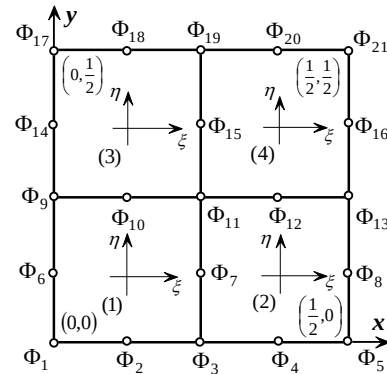
Рис. 8. CCE-8 ($|\xi| \leq 1, |\eta| \leq 1$)

Рис. 9. Розбиття перерізу на біквадратичні СЕ

Для біквадратичного скінченного елемента будемо використовувати базисні функції з керуючим параметром p , які отримані комбінованим алгебро-геометричним методом [12]:

$$N_i = \frac{1}{16} (1 + \xi_i \xi) (1 + \eta_i \eta) [(36p - 1)(1 - \xi_i \xi - \eta_i \eta) + (36p + 3)\xi_i \xi \eta_i \eta], \quad (28)$$

$$i = 1, 3, 5, 7; \quad \xi_i, \eta_i = \pm 1.$$

$$N_i = \frac{1}{16} (1 - \xi^2) (1 + \eta_i \eta) [(5 - 36p) + (36p + 3)\eta_i \eta], \quad (29)$$

$$i = 2, 6; \quad \eta_i = \pm 1.$$

$$N_i = \frac{1}{16} (1 - \eta^2) (1 + \xi_i \xi) [(5 - 36p) + (36p + 3)\xi_i \xi], \quad (30)$$

$$i = 4, 8; \quad \xi_i = \pm 1.$$

Наявність точного розв'язання дозволяє оцінити відносну похибку, яка отримана при розрахунку МСЕ з біквадратичними елементами. Відносна похибка для функції напружень обчислюється за формулою:

$$\Delta \varphi = \frac{1}{n} \sum_i \frac{|\varphi_i - \Phi_i|}{\varphi_i} \cdot 100\%, \quad (31)$$

де φ_i – точне значення, отримане за допомогою формули (26);

Φ_i – наближене значення ($i = 1; 2; 6; 7; 9; 10; 11; 12; 14; 15$).

Відносна помилка при розрахунку крутного моменту обчислювалася за аналогічною формулою:

$$\Delta M = \frac{|M - M_p|}{M} \cdot 100\%, \quad (32)$$

де M – точне значення, отримане за допомогою формули (27);

M_p – наближене значення.

Похибки для функції напружень і крутного моменту, які отримані МСЕ з використанням альтернативних функцій при різних значеннях параметра p приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення параметру p	Значення M	Відносна похибка, ΔM , %	Відносна похибка, $\Delta \varphi$, %
-0,50	193,928	1,166	3,950
-0,375	194,417	0,916	3,449
-0,25	195,113	0,562	2,559
-0,20	195,448	0,391	1,989
-0,125	195,881	0,170	0,704
-0,105	195,917	0,152	0,461
-0,10	195,914	0,153	0,439
Стандартний	195,855	0,183	0,409

-1/12=-0,08(3)			
-0,075	195,789	0,217	0,586
-0,05	195,362	0,435	1,371
-0,025	194,377	0,937	2,168
0	192,423	1,933	2,722
0,025	189,091	3,631	2,433
0,04	186,540	4,931	1,521
0,05	184,819	5,808	0,568
1/18=0,0(5)	183,924	6,264	0,110
0,065	182,591	6,943	1,219
0,075	181,519	7,490	2,485
0,10	180,415	8,052	5,177
0,125	180,785	7,864	6,808
0,25	184,974	5,729	8,062
0,375	187,210	4,589	7,571
0,50	188,393	3,986	7,180

На рис. 10 показана залежність відносної похибки при розрахунку крутного моменту M і функції напружень φ від параметра p . За графіком функції напружень (круглі точки на рис.10) видно, що при зміні параметра $p \in [-0,5; 0,5]$ мінімум досягається двічі: при $p = -1/12$, що відповідає стандартному базису ССЕ-8 [10], і при $p = 1/18$ (цього базису відповідає матриця жорсткості з мінімальним слідом [13]). Розв'язок, отриманий при $p = 1/18$, в чотири рази точніше.

Для відносної похибки при обчисленні крутного моменту (крива, показана хрестиками на рис. 10) при зміні параметра $p \in [-0,5; 0,5]$ мінімум досягається один раз: при $p = -21/200 = -0,105$. Стандартний базис дає рішення такого ж порядку точності.

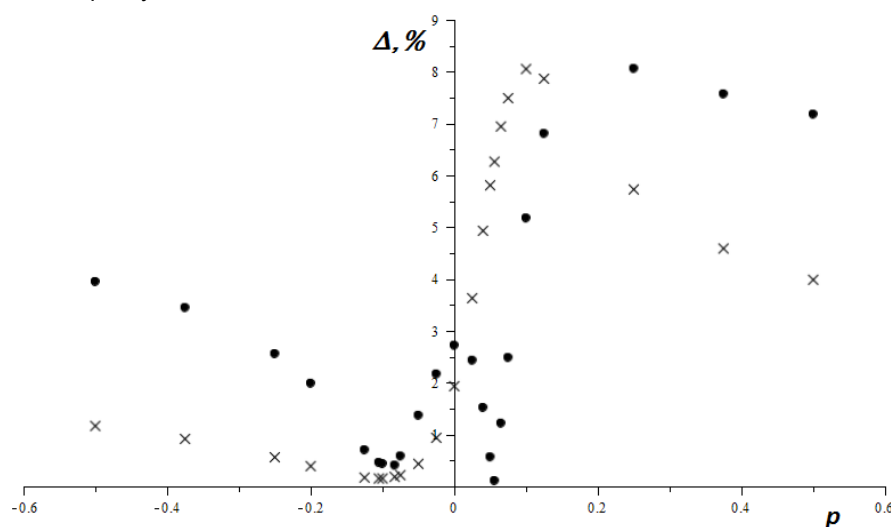


Рис. 10. Залежності похибки обчислень функції напружень і крутного моменту від параметра p

Монотонне зростання відносної похибки крутного моменту в інтервалі від -0,1 до 0,1 бентежить, оскільки автори сподівалися виявити в цьому інтервалі другий мінімум. Причину такої поведінки похибки поки встановити не вдалося.

Висновки. В роботі представлено альтернативні моделі для біквадратичного та бікубічного скінченного елементів серендипової сім'ї та доведено, що в задачі кручення стержня квадратного перерізу методом скінчених елементів нові альтернативні моделі біквадратичного скінченного елемента дозволяють отримати більшу точність у порівнянні з відомим стандартним базисом цього елемента. Альтернативні базиси ССЕ-8 мають перевагу і перед традиційною процедурою триангуляції в МСЕ, тому що для отримання зазначеної точності необхідно використовувати більше трикутних скінчених елементів. Крім того, на відміну від трикутних СЕ альтернативні серендипові моделі дозволяють отримати дотичні напруження як функції координат.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Timoshenko S. P. (1972) Kurs teorii uprugosti. K. : Naukova dumka. (in Russian)
- [2] Zenkevich O. (1975) Metod konechnykh elementov v tehnikе. M. : Mir. (in Russian)
- [3] Taylor R. L. (1972) On the completeness of shape functions for finite element analysis. *Internat. J. Numer. Methods Eng.* V.4. № 1. (pp. 17-22).
- [4] Wachspress E.I. (1975) A rational finite element basis. Academic Press. New York.
- [5] Homchenko A.N. (1982) O veroyatnostnom postroenii bazisnykh funktsiy MKE. Ivano-Frankovsk. in-t nefti i gaza. Ivano-Frankovsk, Dep. v VINITI 21.10.1982, 5264. (in Russian)
- [6] Homchenko A.N., Litvinenko E.I., Guchek P.I. (1996) Geometriya serendipoviykh approksimatsiy. Prikl. geom. i inzh. grafika. K. : Budlvelnik. Vyp. 59. (pp. 40-42). (in Russian)
- [7] Popov B.A., Tesler G.S. (1980) Priblizhenie funktsiy dlya tehnikeskikh prilozheniy. Kiev : Naukova dumka.. (in Russian)
- [8] Homchenko A.N., Litvinenko E.I., Astionenko I.A. (2009) Novyy podhod k postroeniyu bazisov serendipoviykh elementov. Geometrichne ta komp'yuterne modelyuvannya. Vyp. 23. (pp. 90-95). (in Russian)
- [9] Astionenko I.A. Guchek P.I., Litvinenko E.I., Homchenko A.N. (2010) Mnogoparametricheskie serendipoviykh elementy v 2D. Vestnik Hersonskogo natsionalnogo tehnikeskogo universiteta. Herson. Vol.3(39). (pp. 40–47). (in Russian)
- [10] Segerlind L. (1979) Primenenie metoda konechnykh elementov. M. : Mir. (in Russian)
- [11] Ilin V.P., Karpov V.P., Maslennikov A.M. (1990) Chislennyye metodyi resheniya zadach stroitelnoy mehaniki. Minsk : Vyisheysheya shkola. (in Russian)
- [12] Astionenko I. A. Litvinenko E.I., Homchenko A.N. (2009) Obratnyie zadachi serendipoviykh approksimatsiy. Vestnik Hersonskogo natsionalnogo tehnikeskogo universiteta. Herson : HNTU. Vyp. 35. (pp. 36-42). (in Russian)
- [13] Sekulovich M. (1993) Metod konechnykh elementov. M. : Stroyizdat. (in Russian)

Petro Guchek, Olena Litvinenko, Igor Astionenko, Oleg Dudchenko, Svetlana Karpova
Alternative models of finite-element approximation for ship structures calculation

Abstract. *The most effective numerical method of engineering analysis, which allows the best way to estimate the stress-strain state of a structure of any shape and size, is the finite element method. The paper presents alternative models for biquadratic and bicubic finite elements of the serendipity family and tests the obtained alternative models using the problem of torsion of a rod of non-circular cross-section and comparison of the obtained results with the exact solution.*

Keywords: finite element method, serendipity finite elements, form functions

УДК 378

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Медведева В.М. – зав. методичним кабінетом кафедри «Облік і економічний аналіз»;
 Ємець А.Г. - зав. лаб. інформаційних технологій в економіці, управлінні та фінансовій діяльності ФЕМ НУК
 Кіскіна Ю.О. - фахівець першої категорії кафедри «Облік і економічний аналіз»
 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
 Україна, м. Миколаїв
 oblikianaliz@gmail.com

Анотація. *Розкрито сутність поняття «дистанційне навчання». Розглянуті моделі дистанційного навчання, визначено його переваги та умови впровадження.*

Ключові слова: *навчання, дистанційне навчання, навчально-методичні забезпечення моделі.*

В сьогоденнішніх умовах здійснення освітнього процесу особливу значимість набуває розвиток дистанційного навчання, яке дозволяє здобувачам незалежно від місця знаходження засвоїти освітні програми.

Потреба в розвитку дистанційної освіти зумовлена декількома обставинами. Освіта стає не тільки інструментом взаємопроникнення знань і технологій у глобальному масштабі, але й капіталом, засобом боротьби за ринок, вирішенням геополітичних завдань. Сучасному суспільству необхідна масова якісна освіта, здатна забезпечити зростаючі потреби споживача та виробника матеріальних і духовних благ.

Сучасний стан розвитку дистанційного навчання в Україні ще не відповідає вимогам суспільства. Аналіз стану дистанційного навчання в Україні показує, що всі навчальні заклади, які впроваджують або використовують технології дистанційного навчання, стикаються з реальними труднощами, подолання яких вимагає цільового фінансування нормативно-правового забезпечення, що буде сприяти прискоренню цього процесу, а також зменшить інтелектуальні, матеріальні та фінансові витрати на впровадження і розвиток дистанційного навчання.

Моделі дистанційного навчання різноманітні. Найбільш типові серед них можна умовно розділити на дві групи: безконтактні (такі, що виключають очне спілкування викладача та студентів) і контактні моделі (при періодичних особистих зустрічах викладача та студентів). До безконтактного належать модель вилученого класу, що припускає роботу викладача з групою студентів тільки через інтернет і модель спрямовуючого самонавчання, коли викладач виступає в ролі наставника декількох студентів, які навчаються самостійно, але одержують періодичні консультації за допомогою інтернет-комунікацій. Той, кого навчають, прямо одержує інформацію та працює з нею, спілкується з колегами, викладачами, відчуваючи себе активним учасником подій у віртуальному середовищі.

Науковці по-різному трактують дане поняття. Так, Рапацевич Є.С. визначає дистанційне навчання як форму навчання на відстані, яка забезпечує «доставку» навчального матеріалу і учбову взаємодію викладачів та студентів за допомогою сучасних технічних засобів [1].

Романов А.Н., Торопцов В.С., Григорович Д.Б. під дистанційним навчанням розуміють цілеспрямований процес інтерактивної, асинхронної або синхронної взаємодії викладача і студента між собою і зі засобами навчання, який є індивідуальним до їх розміщення у просторі і часі.[2]

Ми розділяємо точку зору більшості вчених, які вважають, що дистанційне навчання - це технологія цілеспрямованого та методично-організованого керівництва наукової та навчальної діяльності студентів, які знаходяться на відстані від освітнього центру.

Сучасне дистанційне навчання характеризується високою мобільністю, масовістю, гнучкістю, технологічністю, індивідуальністю.

Розкриємо детальніше характеристики дистанційного навчання.

Мобільність - доступ до програм навчання цілодобово у будь-якому місці в будь-який час.

Інтерактивність - одночасний доступ необмеженої кількості студентів.

Неформальність - процес навчання здійснюється у комфортних умовах.

Економічність - зменшення витрат на навчання.

Технологічність - запис та відтворення навчальних матеріалів.

Індивідуальний підхід - можливість персоналізації програми під кожного студента.

Гнучкість - можливість надавання освітніх послуг в будь-який час.

Масовість - за одними програмами може навчатися значна кількість студентів.[4]

Розглядаючи особливості дистанційної освіти можна виділити переваги цієї форми навчання: сприяє поглибленню знань студентів в зручний для них час; розвиває навички самостійного навчання; сприяє більш повній самореалізації; дає можливість вибору рівня складності завдань; дає можливість більш якісно підготуватися до іспитів; дає можливість організувати сумісну творчу діяльність; сприяє організації дистанційних олімпіад, конкурсів творчих та наукових робіт; підвищує ефективність контролю знань студентів.

Для реалізації переваг дистанційних освітніх програм особливе значення має організаційно-методичне забезпечення навчального дистанційного процесу.

Навчальні матеріали для дистанційного курсу розробляються спеціально, відповідно до особливостей їх змістовного та візуального подання у віртуальному навчальному середовищі. Навчальний матеріал для викладання через інтернет компонується невеликими блоками з використанням безлічі виносів і коментарів, що прискорює та полегшує його прочитання і засвоєння.

У тексті розставляються візуальні акценти шляхом використання кольорового шрифту, пробелів, спеціальних символів-показників; графічні ілюстрації розробляються чіткими; статистичні дані узагальнюються в таблицях. При дистанційному викладанні через інтернет усі види робіт і вправ, а також час, що відводиться на їхнє виконання планується заздалегідь. Викладач повинен надати кожному студенту можливість не тільки висловитися, але й запитати часом на власні коментарі.[5]

Дистанційна комунікація учасників освітнього процесу може здійснюватися через засоби комунікації, вбудовані до системи управління навчанням (LMS), електронну пошту, месенджери (Viber, Telegram та ін.), відеоконференції (MS Teams, ZOOM, Google Meet, Skype та ін.), форуми, чати тощо.

Контрольні заходи освітнього процесу із застосуванням дистанційних технологій навчання повинні відповідати таким вимогам:

- авторизований доступ до інформаційно-комунікаційних інструментів
- організації дистанційного навчання;
- можливість визначення часу початку і завершення доступу,
- тривалості виконання завдань;
- об'єктивність критеріїв перевірки результатів виконання з активним
- використанням автоматизованих засобів оцінювання знань;
- варіативність формування завдань контрольних заходів із
- використанням алгоритмів випадкового вибору запитань.

Навчально-методичні комплекти повинні включати: лекції, тести, кейси, завдання для самостійної роботи, список джерел отримання інформації тощо.

Таким чином, впровадження в систему вищої освіти дистанційного навчання за умов якісного навчально-методичного забезпечення є ефективним інструментом поглиблення знань студентів.[3]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Рапацевич Є.С., Організаційно-методичне забезпечення дистанційного навчання.-2013. №8
2. Романов А.Н., Торопцов В.С., Григорович Д.Б. Технология дистанционного обучения в системе заочного экономического образования.- М.:ЮНИТИ-ДАНА,2000.
3. Butirin G.N., Efimov N.N., Nechaev V.A. Distance learning according to experts // Distance learning: problem experience, prospects. -2018.-№4.
4. Zaitseva Zh.N., Rubin Yu.B. and others. Internet education: not a myth, but the reality of the 21st century. - М.: masy, 2015.
5. Моисеева М.В. Курс подготовки дистанционного обучения/ М.В.Моисеева/ [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://scholar.urfu.ac.ru/courses/tutor/index.html>. – Загол. с экрана. – Язык рус.

Medvedeva V. M., Emets A.H., Kiskina J.O.

CONTROLLED FROM DISTANCE FORM OF STUDIES ESSENCE AND ADVANTAGES

Abstract. Essence of concept "the controlled from distance studies" is exposed. Considered models of the controlled from distance studies, his advantages and terms of introduction are certain.

Keywords: studies, controlled from distance studies, навчально-методичні providing of model.

005.8:65.012

СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ МОРСЬКОЇ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Майданюк Павло Володимирович

Управління Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України
в Миколаївській області, м. Миколаїв

udm@dssz.gov.ua

Анотація. Розглянуто основні об'єкти морської критичної інфраструктури та виконано аналіз сучасних загроз. Наведено загальну характеристику основних внутрішніх чинників виникнення загроз таким об'єктам та аналіз проєктів їх захисту в Україні та у провідних морських країнах світу. Сформульовано сучасні завдання управління проєктами безпеки об'єктів морської критичної інфраструктури.

Ключові слова: управління проєктом; об'єкт морської критичної інфраструктури; системний підхід

Вступна частина.

Україна є великою європейською морською державою, яка має власні економічні інтереси на морі і, відповідно, потребує засобів щодо захисту останніх. Україна має один з найдовших у Європі морський кордон протяжністю у 1355 км (1056, 5 км – Чорне море, 249,5 км – Азовське, 49 км – Керченська протока), а також 200-мильну виключну (морську) економічну зону площею понад 72 тис. кв. км з суверенним правом щодо розвідки, розробки і збереження природних ресурсів, а також здійснення інших видів економічної діяльності. Територіальні води України – це прибережні морські води завширшки 12 морських миль з загальною площею 29 454 кв. км. Після окупації Російською Федерацією Криму Верховна Рада України ухвалила Закон України про створення прилеглої зони України [1].

Як морська держава, Україна має розвинену морську інфраструктуру, де проводиться активна господарська та оборонна діяльність. Морська транспортна інфраструктура України на сьогодні містить 18

континентальних портів (у т.ч. 5 – на тимчасово окупованій території АР Крим) та 16 річкових портів і терміналів.

Україна веде активну виробничу діяльність на шельфі Азовського і Чорного морів з видобування вуглеводнів, морепродуктів, будівельних матеріалів тощо.

До об'єктів критичної інфраструктури держави відносяться такі об'єкти, які є стратегічно важливими для економіки і національної безпеки, а порушення їх функціонування може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам України. Очевидно, що водна транспортна система України (у першу чергу, морський транспорт, морські шляхи та порти) відноситься до об'єктів критичної інфраструктури і повинна мати відповідну систему безпеки.

Під морською інфраструктурою розуміють рухомі об'єкти, інженерно-технічні споруди, будівлі, системи та послуги, що розташовані в межах акваторіально-територіального простору та забезпечують морську оборону та господарську діяльність.

На цей час системна робота держави щодо проєктів безпеки таких об'єктів знаходиться на початковій стадії, тому актуальним є аналіз сучасних завдань управління проєктами безпеки МКІ..

Основна частина.

Основні об'єкти морської критичної інфраструктури. Згідно рішенням Кабінету Міністрів України всі порти віднесено до об'єктів морської критичної інфраструктури держави (МКІ). Такі об'єкти необхідно охороняти і захищати з метою забезпечення гарантій функціонування держави у мирний час та в особливий період.

Крім того, захисту потребують також акваторії територіальних вод України і прилеглих зон. Під охороною і захистом МКІ розуміють комплекс режимних, інженерних, інженерно-технічних та інших заходів, які організовуються і проводяться суб'єктами державної системи захисту критичної інфраструктури з метою запобігання та/або недопущення чи припинення протиправних дій (чи актів несанкціонованого втручання) на об'єктах критичної інфраструктури.

Аналіз світових тенденцій діяльності морського транспорту свідчить про підвищення рівня терористичних загроз, збільшення кількості та підвищення складності атак на об'єкти морської інфраструктури та кібератак на їхні інформаційні ресурси.

Враховуючи вказані тенденції та пошкодження інфраструктурних об'єктів у східних та південних регіонах України, Кабінетом Міністрів України було схвалено «Концепцію створення державної системи захисту критичної інфраструктури». Концепція визначає основні напрями, механізми і строки комплексного правового врегулювання питання захисту критичної інфраструктури, у тому числі й об'єктів морської критичної інфраструктури (МКІ), а також створення системи державного управління у сфері захисту критичної інфраструктури.

Міжнародне значення захисту об'єктів МКІ України підтверджується Європейською програмою захисту критичної інфраструктури (ЄПЗКІ) та Європейська інформаційна мережа попередження загроз критичній інфраструктурі (European Critical Infrastructure Warning Information Network, CIWIN) [2, 3].

Враховуючи сучасні геополітичні реалії, водна транспортна система України може розглядатися європейськими та трансатлантичними партнерами як елемент критичної інфраструктури загальноєвропейського значення. Це вимагає впровадження проєктного підходу до побудови вітчизняної складової захисту МКІ, який би забезпечив створення високоефективної системи захисту та передбачав би тісне партнерство з країнами Євросоюзу.

Аналіз сучасних загроз об'єктам морської критичної інфраструктури. Проблеми безпеки об'єктів МКІ морської держави у сучасних умовах обумовлені як зовнішніми, так і внутрішніми загрозами морської безпеки у цілому (рис. 1). Загрозами морської безпеки вважаються протиправні дії на морському транспортному комплексі, що здатні призвести до збитків у сфері життєво важливих інтересів особи, суспільства і держави, а також процеси природного або техногенного характеру.

Основними чинниками виникнення зовнішніх загроз для морської безпеки України є:

- збільшення технологічного відриву провідних держав світу від України і їх протидія створенню конкурентоздатних українських технологій у морській транспортній сфері;
- діяльність іноземних політичних, економічних, релігійних, військових, розвідувальних і транспортних структур, направлених проти інтересів України в морській сфері;
- економічна, демографічна і культурно-релігійна експансія суміжних держав на територію України;
- активізація діяльності транснаціональної організованої злочинності, а також зарубіжних терористичних організацій;
- загострення міжнародної конкуренції щодо володіння новими морськими транспортними ринками, новими транспортними технологіями у морській сфері;

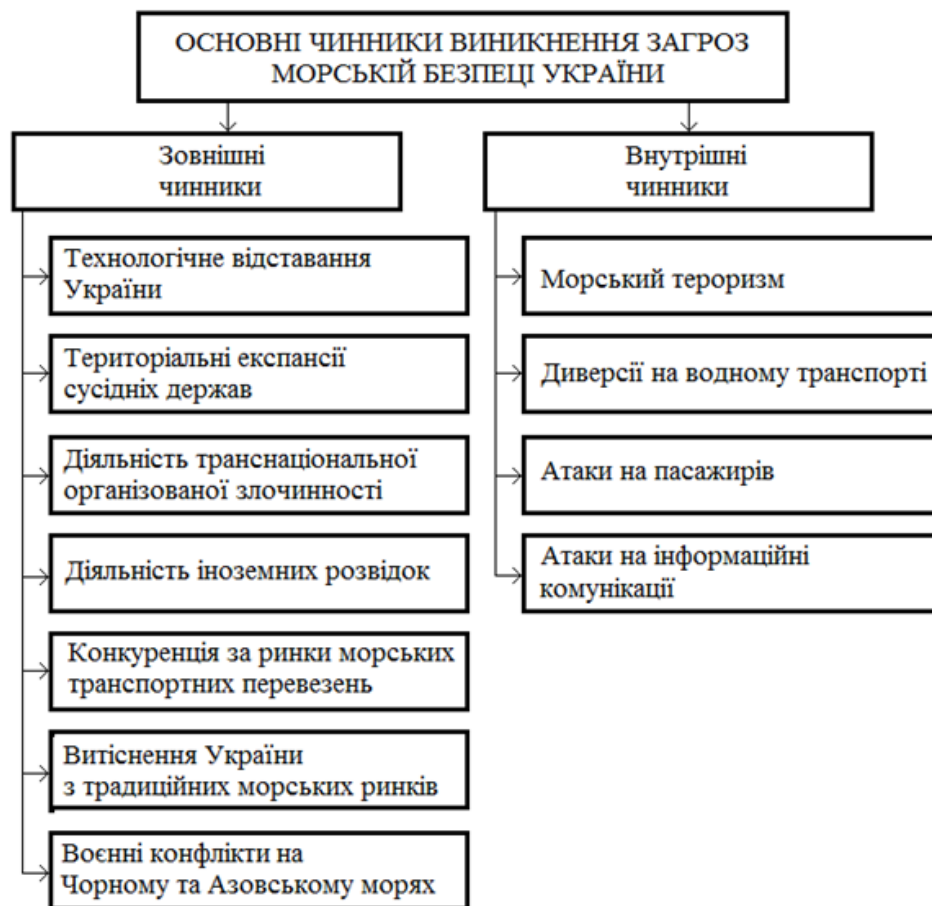


Рисунок 1 – Основні чинники виникнення загроз об'єктам МКІ

- прагнення низки країн до домінування на світовому морському транспортному просторі, витіснення України з традиційних морських транспортних ринків та перешкоджання їй виходу на нові;

- наявність військового конфлікту з терористичними угрупованням на Сході країни, у тому числі у територіальних водах України на акваторіях Азовського і Чорного морів.

По території України пролягає найкоротший шлях між двома континентами - Європою і Азією. Можна прогнозувати, що зростання вантажопотоків через порти України буде супроводжуватися і зростанням спроб незаконного використання структурами транснаціональної організованої злочинності суден, морських і річкових портів, а також транспортних коридорів, що проходять по території України, в своїх корисних інтересах.

Основними чинниками для виникнення внутрішніх загроз у сфері морської безпеки України є протиправні дії зловмисників, націлені на:

- морський тероризм – організація та проведення терористичних акцій (угон або захоплення морських та річкових суден піратами з метою грабежу чи отримання викупу);
- диверсії на водному транспорті – організація та проведення диверсійних акцій проти об'єктів МКІ (пошкодження або знищення суден, кораблів чи гідротехнічних споруд);
- атаки на пасажирів – кримінальні дії проти пасажирів з метою шантажу чи отримання викупу;
- атаки на інформаційні комунікації – несанкціоноване втручання у функціонування засобів зв'язку водного транспорту, що загрожує життю і здоров'ю пасажирів, несе прямий збиток водному транспортному комплексу, породжує у суспільстві негативні соціально-політичні, економічні, психологічні наслідки.

Таким чином, сучасні загрози об'єктам МКІ укрупнено можна класифікувати трьома видами:

загрози об'єктам МКІ як матеріальним об'єктам (фізичні загрози); такі загрози націлені на руйнування об'єктів МКІ або ослаблення їх функціонування за призначенням шляхом втручання у фізичну структуру чи матеріальні компоненти цих об'єктів;

загрози людям (пасажирам, персоналу об'єктів МКІ); такі загрози націлені на життя і здоров'я та на свободу людей;

загрози інформації, що циркулює на об'єктах МКІ (кібернетичні загрози); такі загрози націлені на знищення або викривлення інформації, або на затримку (блокування) доступу до неї санкціонованих користувачів.

Загальна характеристика основних внутрішніх чинників виникнення загроз об'єктам МКІ. У XXI столітті перед всезростаючим обсягом міжнародної торгівлі (морський транспорт продовжує обслуговувати близько 90% міжнародних комерційних перевезень) постала проблема протидії морському піратству та збройному пограбуванню суден, як одна зі складових боротьби з міжнародним тероризмом.

За останні роки зазнали піратських нападів судна понад 62 країн світу у прибережних морях 56 країн. Протиправні дії мали місце і в українських водах на р. Дунай, де українські судна піддавались збройному грабежу, особливо в районі від 240 до 350 км під час проведення переформування складу караванів для проходження рукавом Борча-Бала, а також в зоні відповідальності портів: Хірш, Фетешті, Галац, Чорна вода, а також рукава Борча в зоні Бордушани [4].

Таким чином, забезпечення безпеки на водному транспорті є актуальним завданням як для морських, так і для річкових перевезень.

Іншою складовою внутрішніх загроз у сфері морської безпеки України є атаки зловмисників на інформаційні ресурси морської транспортної галузі.

Основними імовірними загрозами інформаційним ресурсам системи передачі даних на об'єктах МКІ є наступні:

- дії операторів (користувачів) системи при роботі в ній, що можуть призвести до порушення конфіденційності, цілісності, доступності інформаційних ресурсів автоматизованих систем (помилки в роботі або несанкціонований доступ);

- дії персоналу, який обслуговує технічні засоби системи або приміщень, в яких розташована компоненти системи, що можуть призвести до втрати інформації, що підлягає захисту шляхом крадіжки носіїв інформації або їх пошкодження;

- дії персоналу, який обслуговує технічні засоби системи або приміщень, в яких розташована компоненти системи, що можуть призвести до порушення спостережності інформаційних ресурсів та доступності програмно-апаратних засобів (виведення з ладу компонентів системи);

- дії зловмисників з поза меж контрольованої території, що можуть призвести до витoku інформації технічними каналами та втрати апаратних складових системи (безпілотні апарати).

Несанкціоноване заволодіння інформацією, що циркулює на об'єктах МКІ та (або) даними про діяльність таких об'єктів, може призвести до збитків у сфері життєво важливих інтересів держави.

До інформації, що підлягає захисту на захищених об'єктах МКІ можуть відноситись відомості про:

- спеціальні вантажі, кількість, вартість, строки постачання спеціальних вантажів та місце їх призначення;
- місця зберігання та зосередження спеціальних вантажів;
- місця прокладання транспортних трубопроводів;
- дані про систему охорони та протидії технічним розвідкам об'єкту МКІ;
- інформацію щодо системи вибухопожежобезпеки;
- тактико-технічні характеристики кораблів і суден технічного флоту, приморських та гідротехнічних споруд;

- навігаційну систему та систему морської безпеки об'єктів МКІ та морських суден;
- призначення, планування, розміщення, фінансування та виконання завдань державного оборонного чи комерційного замовлень з розкриттям їх цілей та змісту;

- об'єкти водного транспорту й морської інфраструктури;
- рельєф дна й гідрологію морського району.

Так, головною метою зловмисників при їх атаках на інформаційні ресурси суден є їхні навігаційно-інформаційні системи та системи оперативного морського зв'язку. Для їх захисту використовують апробовані на практиці стандартні заходи: криптографічне кодування, політику паролів, електронний цифровий підпис тощо.

Для захисту офіційних векторних карт Міжнародною гідрографічною організацією розроблено спеціальний стандарт S63 "IHO Data Protection Scheme", який визначає перелік заходів з метою [5]:

- попередження несанкціонованого копіювання карт електронної навігації;
- обмеження доступу тільки до тих карт колекції, на які користувачем отримано доступ;
- забезпечення гарантії надходження карт з уповноваженого джерела.

Аналіз показує, що за останні роки до переліку вже добре відомих технологій злочинного втручання у засоби зв'язку (несанкціонований доступ до інформації, блокування доступу тощо) додалися ще три нових види загроз для інформаційних ресурсів, що використовуються на водного транспорті:

несанкціонований доступ до каналів супутникового обміну між судном та офісом його керування з метою отримання оперативної інформації про технічний стан та завдання судна чи іншого рухомого об'єкту;

викривлення навігаційних GPS-даних, які отримуються судном чи іншим рухомим об'єктом МКІ, з метою направлення його руху по хибній траєкторії;

несанкціонований доступ до супутникового каналу оперативного керування об'єктом МКІ з метою його викрадення або знищення.

Щодо першої загрози, то схожі задачі вже успішно розв'язувались іракськими повстанцями по відношенню до безпілотних літальних апаратів (БПЛА) США. Так, у 2009 році з'ясувалося, що вони за допомогою супутникової антени-тарілки і купленого в Інтернеті російського програмного забезпечення «SkyGrabber» перехоплювали розвідувальні відеопотоки з американських БПЛА і, тим самим, успішно планували власні військові контроперації. Це стало можливо завдяки тому, що на БПЛА RQ/MQ-1 Predator і MQ-9 Reaper використовувалися нешифровані канали зв'язку.

Програма «SkyGrabber» була розроблена як засіб «супутникового рибальства», щоб перехоплювати музику, фотографії, відео й інший контент, який несанкціоновані користувачі «зачащують» з Інтернету [6]. На сьогодні програма працює тільки з незашифрованими даними, які передаються через VPN-з'єднання (Virtual Private Network – віртуальна приватна закрита мережа [7]), але цього виявилось достатньо для доступу до відеопотоків БПЛА США.

Щодо другої загрози, то її дієвість на практиці також перевірено. Зокрема, дослідники інженерної школи Кокрелла (Cockrell School of Engineering) при Університеті Техасу (США) створили пристрій, який дає змогу перехоплювати управління безпілотними рухомими об'єктами. Пристрій одержав назву «GPS-спуфер» (GPS spoofer); він дає змогу втручатися в роботу систем GPS-навігації безпілотних рухомих об'єктів, перенаправляти їх на нові траєкторії руху або провокувати їх втрату.

Щодо третьої загрози, то її реальність було продемонстровано у грудні 2011 року, коли в Ірані був захоплений унікальний за своїми характеристиками американський розвідувальний безпілотник RQ-170 Sentinel. Безпілотник було приземлено на території Ірану без будь-яких пошкоджень, що дало змогу детально вивчити його авіоніку, енергетику, інформатику, автоматику і керування.

Таким чином, на цей час у світі активізувались розробки програмно-технічних засобів, які спроможні не тільки перехоплювати потоки аудіо- та відеоданих з борту морських та авіаційних рухомих об'єктів, а й активно впливати на процес їх експлуатації. Це створює нову загрозу безпеці на водному транспорті у цілому і робить актуальною прикладну науково-технічну задачу створення апаратно-програмних засобів протидії загрозам інформаційній безпеці у цьому секторі діяльності організацій України.

Ще однією з форм реалізації загроз об'єктам МКІ є діяльність технічних розвідок – направлену діяльність на отримання за допомогою технічних засобів відомостей інформації про стан та перспективи розвитку військового, економічного та науково-технічного потенціалу об'єкту, що розвідується, визначення основних напрямків його діяльності.

Аналіз проектів захисту об'єктів морської критичної інфраструктури в Україні та у провідних морських країнах світу. Завдання захисту об'єктів МКІ завжди знаходилося у центрі уваги Уряду України та вітчизняних науковців. Так, у наказі Мінінфраструктури України [8] закладено основи нової для України морської безпеки порту, де головними завданнями визначено «здійснення комплексу організаційних, адміністративних, режимних і технічних заходів для запобігання, виявлення і припинення актів піратства, тероризму та актів незаконного втручання у діяльність порту або портового засобу». Однак, питання забезпечення енергетичної та інформаційної безпеки портів не розглядаються.

У роботі [9] висвітлюється досвід опрацювання концепції захисту критичної інфраструктури в Україні та пропонуються пріоритетні напрямки впровадження такої концепції в систему забезпечення національної безпеки України. Проте, особливості організації безпеки об'єктів МКІ у роботі не розглядаються.

У зарубіжній літературі найбільш масштабно питання захисту морської інфраструктури розглянуто у стратегічних документах провідних морських країн світу – Великобританії, США та Франції. Так, у [10] представлено національну стратегію морської безпеки Великобританії, яка передбачає комплекс заходів щодо організації трирівневої системи захисту акваторій держави. У [11] викладено національну стратегію морської безпеки США, в основу якої покладено глобальний план інтеграції морської розвідки, оперативний план реагування на загрози, міжнародна інформаційно-просвітницька та координаційна стратегія, план безпеки морської транспортної системи та план безпеки морської торгівлі. У [12] викладено національну стратегію морської безпеки Франції, яка передбачає контроль водного середовища, захист суден, боротьба з морськими нелегальними каналами торгівлі, захист економічних інтересів на морі та захист морських кордонів держави.

У вказаних та інших роботах зарубіжних авторів питання комплексного захисту об'єктів міжнародної МКІ за принципами системного підходу з урахуванням енергетичної, комунікаційної та кадрової складових не розглядаються.

Для України на цей час одним з узагальнюючих документів держави є робота Національного інституту стратегічних досліджень – «Зелена книга з питань захисту критичної інфраструктури в Україні», у якій сформульовано основні принципи побудови системи захисту критичної інфраструктури, виходячи з її ролі щодо забезпечення національної безпеки сучасної держави.

Відносно об'єктів МКІ України питання побудови систем їх захисту від «загроз з моря» на цей час у державі знаходиться на початковій стадії створення. Основним завдання проєктного менеджменту для таких об'єктів сьогодні є розробка загальнотеоретичних засад, які б на основі залучення загальних принципів системного підходу утворили наукову основу для побудови високоефективних систем їх захисту.

Відомо, що у проєктному менеджменті системний підхід – це комплексне вивчення явища або процесу як єдиного цілого з позицій системного аналізу, яке передбачає уточнення складної проблеми та її структуризації в серію завдань, розв'язуваних за допомогою організаційних та економіко-математичних методів, знаходження критеріїв рішення та деталізація цілей цих завдань, синтез ефективної організації для досягнення цілей.

Першочерговим завданням для проєктного менеджера при цьому є розробка узагальненої структури управління проєктами захисту об'єктів МКІ, яка б містила системну інформацію про основні проєкти та роботи, необхідні для їх виконання. Першим кроком успішного розв'язання цього завдання є розробка моделей управління проєктами безпеки об'єктів МКІ як теоретичної основи побудови високоефективної системи захисту від загроз «з води».

Сучасні завдання управління проєктами безпеки об'єктів МКІ. Наведений вище аналіз проєктів захисту об'єктів МКІ в Україні та у провідних морських країнах світу дає змогу сформулювати наступні основні завдання управління проєктами їх безпеки:

- визначення та систематизація загроз об'єктам МКІ з морського напрямку;
- розробку моделей порушників об'єктової та інформаційної безпеки об'єктам МКІ;
- розробку концепції управління проєктами безпеки об'єктів МКІ та розробку системи класифікації проєктів захисту таких об'єктів на основі системного підходу;
- розробку узагальненої концептуальної моделі управління проєктами безпеки об'єктів морської критичної інфраструктури на основі системного підходу як теоретичного підґрунтя діяльності проєктних менеджерів, які управляють процесами створення систем захисту інтересів держави від загроз із морського напрямку;
- розробку моделі інформаційної платформи управління проєктами захисту об'єктів морської критичної інфраструктури як теоретичної основи підвищення їх ефективності на ранніх етапах планування;
- удосконалення управління проєктами робототехнічного забезпечення проєктів захисту об'єктів МКІ від несанкціонованого доступу на них, а також розробку методик оцінки ресурсів часу виконання проєктів роботизованого гідроакустичного та відеомоніторингу мілководних акваторій для моніторингу основних портів України.

Висновки:

У доповіді розглянуто типові об'єкти МКІ сучасні загрози їх функціонуванню за призначенням, а також наведено загальну характеристику основних внутрішніх чинників, які призводять до їх виникнення. Також проведено аналіз проєктів захисту вітчизняних об'єктів МКІ та провідних морських країн світу. Як результат наукових досліджень сформульовано сучасні завдання управління проєктами безпеки об'єктів МКІ на основі системного підходу.

REFERENCES

- [1] Відомості Верховної Ради України (ВВР). (2019). Закон України «Про прилеглу зону України», № 3, ст. 20..
- [2] Council Directive 2008/114/EC "On the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection". Retrieved from: <http://eur-lex.europa.eu/>
- [3] Critical Infrastructure Warning Information Network – CIWIN. Retrieved from: http://ccpic.mai.gov.ro/ciwin_en.html
- [4] На Дунае появились пираты, которые грабят суда пароходств. Режим доступу: <http://dumskaya.net/news/na-dunae-poyavilis-piraty-oni-grabyat-suda-nashe-016906/>
- [5] IHO Data Protection Scheme. (2012) IHO Publication S-63. Published by the International Hydrographic Bureau MONACO, p. 108

- [6] Оборудование и программное обеспечение SkyGrabber. Режим доступа: <http://as.radugainet.ru/skygrabber.php>
- [7] Gleeson, B., Lin, A., Heinanen, J. A Framework for IP Based Virtual Private Networks. Retrieved from: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2764.txt>
- [8] Міністерство інфраструктури України. (2011). Наказ «Про затвердження Типового положення про службу морської безпеки порту» від 25 серпня 2011 р. за № 339. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1233-11>
- [9] Бірюков, Д.С. (2015). Захист критичної інфраструктури в Україні: від наукового осмислення до розробки засад політики. Науково-інформаційний вісник Академії національної безпеки, 3-4 (7-8), С. 155-170.
- [10] The UK National Strategy for Maritime Security. Retrieved from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/322813/20140623-40221_national-maritime-strat-Cm_8829_accessible.pdf
- [11] The National Strategy for Maritime Security. Retrieved from: <https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/homeland/maritime-security.html>
- [12] National strategy for the security of maritime areas. Retrieved from: https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2016/01/strategie_nationale_de_surete_des_espaces_maritimes_en_national_strategy_for_the_security_of_maritime_areas.pdf

Maidaniuk P.V.

Current Tasks of Security Project Management Maritime Critical Infrastructure Objects

Abstract. The main objects of marine critical infrastructure are considered and the analysis of modern threats is performed. The general characteristic of the main internal factors of occurrence of threats to such objects and the analysis of projects of their protection in Ukraine and in the leading sea countries of the world are resulted. Modern tasks of safety projects management of marine critical infrastructure objects are formulated.

Keywords: project management; marine critical infrastructure facility; system approach

УДК 658.821

НАУКОВІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ДИЗАЙН МЕНЕДЖМЕНТУ В УКРАЇНІ

Матійко Олександр Васильович, завідувач кафедрою дизайну, заслужений діяч мистецтв України, доцент НУК, email: amati1906@ukr.net;

Матійко Наталя Олександрівна, викладач кафедри менеджменту, email: matiyko2505@ukr.net

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Стаття присвячена розгляду особливості функціонування та перспективи розвитку дизайн-менеджменту в Україні. Обґрунтовано необхідність розробки концепції дизайн-менеджменту в створенні та просуванні бренду. Зазначено роль дизайн-мислення в процесі забезпечення конкурентоспроможного розвитку бренду.

Ключові слова: дизайн-менеджмент, інновації, технології, управління

На сьогодні, методи дизайн-менеджменту завдячують інноваціями вже сотні потужних технологічних компаній, державних установ та соціальних проєктів по всьому світі. Адже, сучасні умови, що характеризуються стрімкими й непередбачуваними змінами в політичному, економічному та соціальному середовищі вимагають перегляду діючих моделей та підходів до процесів розробки бренду, а також, в сфері управління у напрямку оптимізації, підвищення адаптивності та ефективності впливу діючих підходів.

В сучасному світі слова «дизайн» і «інновації» стають синонімами, оскільки саме кінцевий дизайн визначає сутність, послідовність та збалансованість процесів щодо створення нового продукту (проєкту, послуги), що орієнтовані на максимальне задоволення визначених потреб або їх формування. Дизайн-менеджмент виступає сполучною ланкою між дизайн-мисленням, дизайном, технологією, корпоративним управлінням, бренд-менеджментом і управлінням маркетингом на внутрішньому і зовнішньому рівні діяльності компанії. Він завжди залежить від організаційних процесів і особливостей продукту, у зв'язку з чим треба виділити три основні обов'язки в якості інтерфейсу між дизайн-процесом, організацією та ринком:

1. Погоджує дизайн-стратегію із загальною стратегією бізнесу.

2.Управляє якістю і координацією результатів дизайну.

3.Підвищує споживчі якості продукту(послуги), і відповідає за посилення конкурентоспроможності.

Функціонування дизайн-менеджменту відбувається на трьох базових рівнях:

-операційне управління пов'язане з окремими проектами і командами у сфері дизайну. Його метою є досягнення завдань, поставлених на рівні стратегічного управління. На цьому рівні він включає підбір та управління постачальниками дизайн-послуг, контроль над документацією, оцінку процесів дизайну та результатів;

-тактичне управління спрямоване на організацію дизайн-ресурсов та процесів виробництва готових рішень. Його мета полягає в створенні структури дизайну в компанії, в скороченні розриву між цілями, поставленими на рівні стратегічного управління, та реалізації їх на операційному рівні. Функціонування в рамках тактичного управління визначає, як дизайн організований у середині компанії. Результати тактичного управління пов'язані з формуванням структури дизайну в компанії, та вибудовуванням внутрішніх ресурсів і повноважень для реалізації проекту;

-стратегічне управління включає створення довгострокового плану для дизайну у середині компанії і визначення його ролі. Мета стратегічного управління полягає в зміцненні корпоративного бачення, створенні зв'язків між дизайном і бізнес-стратегією. Включає створення дизайну, розробку бренду та стратегії продукту. Стратегічний дизайн-менеджмент несе відповідальність за розробку і впровадження корпоративної стратегії дизайну, яка у свою чергу впливає на бачення, місію та позиціонування дизайну в компанії. Як результат, в сферах застосування стратегічного управління посилюються конкурентні переваги та відмінні риси продукту (компанії).

Авторитет і місце дизайн-менеджера в структурі компанії прямо впливають на те, що дизайн-менеджер робить у своїй щоденній роботі. Відрізняють такі типи дизайн-менеджменту по їх організаційним функціям:

-дизайн-менеджмент як лінійна функція. Ця організаційна структура безпосередньо пов'язана з виконанням «первинних» завдань в координаційному процесі і може застосовуватися на всіх рівнях ієрархії дизайн-менеджменту. Основна ознака лінійної функції дизайн-менеджера - це широка пряма відповідальність за результат;

-розподілена функція дизайн-менеджменту. В цьому випадку функціонал дизайн-менеджера може нести один із співробітників компанії і при цьому виконувати у ролі консультанта для інших відділів або працівників з питань дизайн-менеджменту;

-допоміжна функція, це коли дизайн-процес визначений як «вторинний» організаційний процес. Дизайн-менеджер визначається як творчий фахівець з управління виробництвом, бренд-менеджменту, маркетингу, PR і комунікацій[4].

Спосіб інтеграції та обсягу дизайн-менеджменту в компанії, залежить від ступеня значимості тієї ролі, яку відіграє дизайн в компанії, а також від розміру, конкурентної позиції і специфіки галузі компанії. Дослідження Датського центру дизайну (DDC) показали, що компанії, які розглядали дизайн як інновацію, як інструмент для якісного функціонування проектних завдань, на основі ключової стратегії дизайн-мислення показали безперервне зростання.

Важливо зазначити, що орієнтованість методичних підходів на можливість приймати рішення щодо встановлення позиції дизайн-менеджменту на різних етапах її втілення та детальна розробка концепції бренду призводять до зростання ефективності кінцевого результату.

В процесі дослідження усіх точок взаємодії продукту з покупцем від першого знайомства до процесу використання продукту, враховуючи фундаментальні методологічні основи, інтуїтивні дані, а також, новаторські переваги дизайн-мислення, дизайн-менеджер прописує загальну концепцію продукту або послуги.

Розробка концепції - це першочергове завдання, для отримання гармонійного, успішного результату. При створенні концепції бренду, слід враховувати, що в дизайні є сильна диференціація між теорією і практикою. В той же час, гнучкий характер теорії дозволяє дизайн-менеджеру працювати, не обмежуючись жорсткою конструкцією. На практиці ж такі рішення часто називають плодом інтуїції. Ґрунтуючись на зарубіжному досвіді, існує фундаментальна послідовність засад при розробці концепції дизайн-менеджменту:

1. Аналіз проблеми.
2. Визначення фінального стану (кінцевий результат).
3. Визначення підходів, якими буде досягнута перемога.
4. Спонування працівників до дії (переконання, навчання персоналу).
5. Пошук натхнення та джерела ідей.
6. Прототипування потенційних рішень.
7. Виявлення технічних недоліків прототипу.

8. Огляд і аналіз роботи команди.
9. Вибір кращого рішення і його опрацювання.
10. Піар, реклама, маркетинг. Інформування потенційних споживачів про продукт (послугу).
11. Продаж продукту(послуги).
12. Висновки.

Слід зазначити, що метод дизайн-мислення добре підходить для вигадання нових нестандартних рішень щодо основної концепції, проробки інноваційних ідей і проектів, які вирішуватимуть виклики майбутнього, які ще не проявилися сьогодні. Він також дозволяє подивитися на проблему з різних боків і вийти за межі відомих фактів. Дизайн-мислення використовує можливості, наявні у кожній людини, але котрі не враховуються в стандартних методах стратегічного планування і маркетингових досліджень. Цей антропоцентричний механізм заснований на здатності людини до інтуїтивного відчуття, розпізнаванню причин поведінки, створення ідей однаково функціональних і емоційних. Інтегративне мислення допомагає синтезувати нові ідеї з фрагментованих частин життєвого досвіду, емпатичних відчуттів інших людей. Тому, дизайн-мислитель працює в трьох пересічних просторах:

1. Простір натхнення. Тут збираються враження і висновки з найрізноманітніших джерел.
2. Простір генерації ідей. Початкові явлення формуються в певному напрямку.
3. Простір реалізації. Найважливіші ідеї стають повноцінними планами дій.

Ускладненість - найнадійніше джерело креативності, тому збільшення масштабу питань, пов'язаних з проблемою, дозволить реалізувати більш складні завдання. Причому, ефективність даних методів буде ґрунтуватися в швидкості реалізації та їх «реальності виконання». Швидкість реалізації повинна базуватися на рахунок якісного аналізу і подальшого прототипування продукту, адже цей етап є важливою складовою успішного розвитку будь-якого проекту з дизайн-менеджменту в сучасних умовах. У просторі генерації ідей прототип може допомогти їх розвитку, включенню емоційних і функціональних елементів. Адже, мета прототипування - надання ідеї форми для виявлення сильних і слабких сторін, визначення нових напрямків для наступного, більш деталізованого і складного варіанту продукту. Слід відзначити, що тестування прототипу на початкових етапах - це основна складова успішності майбутнього продукту. Це істотно скорочує час на реалізацію рішень та подальшу роботу над помилками.

Однак, однією з важливіших умов успішності в дизайн-менеджменті залишається професіоналізм та впевнене інтуїтивне відчуття трендів і тенденцій в бізнес середовищі. Основний принцип роботи дизайн-менеджера можна розглядати як самостійно, так і в рамках студії або міні-консалдінгового бюро.

Потрібно відзначити, що дизайн-менеджмент зайняв місце стратегічного активу в створенні цінності бренду, продуктової диференціації і забезпеченні якості продукції багатьох компаній. І якщо в Україні дизайн-менеджмент тільки робить перші кроки, то за кордоном це вже останній тренд. Нижче перераховані приклади основних підходів дизайн-менеджменту зарубіжних компаній у сфері реклами продуктів (послуг).

Американський підхід відрізняється увагою до упаковки і слогану, тоді як британська школа детально розкриває сутність бренду, його особливі властивості і саме їх демонструє в рекламі. Суть європейського підходу ґрунтується на найважливіших моментах. Цінність речі полягає в ній самій, в тому, з чого вона складається і які функції виконує, в її внутрішні якості.

Відмінності у виконанні підходів дизайн-менеджменту багато в чому визначає концептуальні рішення і системність виконання. В Україні, на сьогоднішній час, фахівці в області дизайн-менеджменту спеціалізуються в певних нішах, вибираючи будь-яку галузь: меблі, реклама, побутова техніка і т.д. Слід зазначити, що українські фахівці в області дизайн-менеджменту можуть розраховувати на широку клієнтську базу і практично повну відсутність конкуренції, причому, обмежень по оптимальній роботі немає, так як немає сформованого ринку даної послуги.

Враховуючи сучасний стан та тенденції розвитку національної економіки, соціального розвитку та загальної іміджевої політики України в глобальному та внутрішньо-національному вимірі слід зазначити, що оптимальним підходом в розвитку дизайн-менеджменту буде варіативний комплексний підхід. Для успішної адаптації методологічних та практичних застав дизайн-менеджменту в Україні, в команду дизайн-мислителів повинні входити фахівці різних областей. Тільки так можна отримати панорамне бачення проблеми і згенерувати нові рішення. Дизайнери, інженери, менеджери з продажу і керівники підрозділів повинні працювати разом на рівних умовах, використовуючи інтегративне, цілісне та всебічне, мислення.

Matyko O.V., Matyko N.O.,

Scientific principles of design management development in Ukraine

This article is devoted to the consideration of the features of functioning and development prospects of design management in Ukraine. The necessity of developing a concept of design management in creating and promoting a brand is justified. The role of a design mindset in the process of ensuring the competitive development of the brand is demonstrated.

Key words: design management, innovation, technology, management

Список літератури

1. Стахівська Т.О. (2019) [Creascope. Service Design Camp. Future\(s\)Thinking](https://cases.media/column/service-design-camp-future-s-thinking-tm?fbclid=IwAR3UI8thgiLs_GrdCtDBE_JhvVu_nlhBdj4_UUkw3npaeKkSsRBuBN_0fM). Матеріали дайджесту Creascope. Взято з https://cases.media/column/service-design-camp-future-s-thinking-tm?fbclid=IwAR3UI8thgiLs_GrdCtDBE_JhvVu_nlhBdj4_UUkw3npaeKkSsRBuBN_0fM
2. Педоренко М.О., (2019). Designed in Ukraine: як дизайн-мислення працює в Україні. Матеріали статті інтернет-журналу Platfor.ma. Взято з <http://bydesign.platfor.ma/designed-in-ukraine>
3. Салматов А. (2016). Як дизайн-менеджмент допомагає керувати компаніями. Матеріали статті з інтернет-журналу marketing.by. Взято з <https://marketing.by/mnenie/kak-dizayn-menedzhment-pomogaet-upravlyat-kompaniyami-covety-prepodavatelya-iz-universiteta-lyutsern/>
4. Чертакова С. (2011). Що таке дизайн-менеджмент. Матеріали статті з інтернет-журналу BLANK design management magazine. Взято з <http://www.lookatme.ru/flow/posts/books-radar/121259-design-management-po-russki>

УДК: 656.615

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ СУДНОБУДІВНИМИ КЛАСТЕРНИМИ СИСТЕМАМИ

Поткін О.О.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м.Миколаїв

e-mail: ipdo@nuos.edu.ua

Анотація. Проведено дослідження системи управління суднобудівними кластерними системами та аналіз світового досвіду формування регіональних інноваційно-промислових кластерів. Запропоновано застосування методів імітаційного моделювання в управлінні суднобудівним кластером з метою інформаційної підтримки прийняття ефективних управлінських рішень.

Abstract. A study of the management system of shipbuilding cluster systems and analysis of world experience in the formation of regional innovation and industrial clusters. The application of simulation modeling methods in shipbuilding cluster management is proposed for the purpose of information support of making effective management decisions.

Ключові слова: суднобудівний кластер, імітаційне моделювання, суднобудівне підприємство, інвестиційний проект, матеріальний потік.

Вступна частина. Світовий досвід свідчить, що в умовах глобалізації така високотехнологічна галузь, як суднобудівна промисловість, успішно розвивається на основі регіональних інноваційно-промислових кластерів. За останнє десятиріччя у багатьох країнах на зміну традиційній галузевій формі організації бізнесу прийшли кластери – неформальні об'єднання великих лідируючих компаній з необмеженим числом малих і середніх підприємств, технологічних центрів, проектно-конструкторських фірм, споріднених ринкових інституцій і споживачів, що взаємодіють один з одним в межах єдиного ланцюга створення вартості. Ці об'єднання здійснюють спільну діяльність в процесах проектування, виробництва і експлуатації суден.

Наприклад у одного з лідерів суднобудівної галузі, Південної Кореї, проектні центри, науково-дослідницькі центри і виробничі підприємства об'єднані в суднобудівний кластер. В результаті такої кооперації південно-кореїське суднобудування перетворилось у потужну високотехнологічну галузь.

Основний текст. Суднобудівний кластер доцільно представити у вигляді динамічної мережі. При цьому процес прийняття управлінських рішень характеризується високим ступенем невизначеності та необхідністю формування колективних, погоджених рішень. Забезпечити інформаційну підтримку прийняття ефективних управлінських рішень, їх обґрунтування допомагають методи математичного моделювання. Широко застосовувані у вітчизняній практиці методи моделювання процесів виробництва без урахування специфіки дискретної зміни компонентів виробничих систем часто ведуть до невиправдано великого обсягу обчислень і не завжди дозволяють отримати рішення з необхідним ступенем достовірності.

Одним з методів моделювання є імітаційне моделювання - математичний опис динамічних процесів, що відтворюють функціонування досліджуваної системи [1]. В ході імітаційного експерименту моделюється

функціонування системи і обчислюються характеристики системи в різних умовах, будуються прогнозні моделі в різних обставинах.

В даний час імітаційне моделювання в суднобудуванні застосовується на етапах розробки технологічних процесів з метою оптимізації існуючих схем матеріальних потоків, складських систем і параметрів технологічного обладнання.

При моделюванні кластерної системи суднобудування доцільно використовувати всі три підходи, що передбачені в механізмах імітаційної експертизи.

Системна динаміка - метод імітаційного моделювання, де для досліджуваної системи будуються графічні діаграми причинних зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі, а потім створена на основі цих діаграм модель перетворюється в виконавчий код. По суті, такий вид моделювання допомагає виявити причинно-наслідкові зв'язки між об'єктами і процесами.

Дискретно-подієве моделювання - підхід моделювання, який пропонує абстрагуватися від безперервної природи подій і розглядати тільки основні події, що моделюється.

Агентне моделювання - напрямок в імітаційному моделюванні, що використовується для дослідження децентралізованих систем. Мета агентних моделей - отримати уявлення про загальну поведінку системи, виходячи з припущень про індивідуальну, приватну поведінку її окремих активних об'єктів (агентів) і взаємодії цих об'єктів в системі. Агент – будь-яка сутність, що володіє активністю, автономною поведінкою, може приймати рішення відповідно до деяких правил, взаємодіяти з оточенням, а також самостійно змінюватися.

Одне з основних переваг імітаційного моделювання для логістичних систем суднобудівних кластерів полягає в тому, що ці моделі дозволяють робити як приблизні експрес-оцінки прийнятих рішень, так і обґрунтовувати докладні прогнози, підкріплені розрахунками.

Сучасні системи моделювання, до яких відноситься пакет AnyLogic, підтримують весь арсенал новітніх інформаційних технологій, включаючи розвинені графічні оболонки для цілей конструювання моделей та інтерпретації вихідних результатів моделювання, мультимедійні засоби, анімацію в реальному масштабі часу, об'єктно-орієнтоване програмування.

Основними будівельними блоками моделі AnyLogic є активні об'єкти. Це параметричні процедури, які описують елементи технологічного процесу. Активні об'єкти моделі взаємодіють через параметри.

Для опису стану та поведінки об'єктів моделі використовуються алгебраїчні і диференціальні рівняння, стейтчарти, таймери, програмні коди на мові Java, а також їх комбінації. Мережевий графік побудови судна є інформаційною базою для розробки імітаційної моделі

Імітаційна модель в середовищі AnyLogic дає можливість вирішувати такі завдання:

- збір даних про окремі події логістичного процесу, а також статистична обробка та візуалізація цих даних;
- реалізація моделей управління матеріальними потоками.

Висновки. Застосування методів імітаційного моделювання в управлінні суднобудівним кластером дозволяє забезпечити такі конкурентні переваги:

1. Реалізувати в моделі ефективні алгоритми управління технологічними процесами і організацією робіт суднобудівної кластерної інтеграції.
2. Забезпечити інтеграцію кластера в регіональні і глобальні логістичні системи.
3. Мінімізувати витрати на зберігання матеріалів і комплектуючих.
4. Реалізувати завдання прогнозування та оцінки ризиків.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

[1] Имитационное моделирование в задачах машиностроительного производства в 2-х томах, Т. 1: учеб. пособие /под редакцией А.Н. Шелкового // – Х.: НТУ «ХПИ», 2016. – 407 с.

[2] Логистическое управление в судостроительных кластерных системах / Н.В. Фатеев, И.М. Запорожец, // Збірник наукових праць НУК №3, м.Миколаїв, 2014 р.

Potkin O.O.

SIMULATION MODELING IN THE MANAGEMENT OF SHIPBUILDING CLUSTER SYSTEMS

Abstract. A study of the management system of shipbuilding cluster systems and analysis of world experience in the formation of regional innovation and industrial clusters. The application of simulation modeling methods in shipbuilding cluster management is proposed for the purpose of information support of making effective management decisions.

Key words: shipbuilding cluster, simulation modeling, shipbuilding enterprise, investment project, material flow.

УДК 629.12

СУЧАСНЕ УПРАВЛІННЯ ІНЖИНІРИНГОВИМИ ПРОЄКТАМИ В СУДНОБУДУВАННІ. КОНТРОЛЬ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯМаксимов Юрій Сергійович¹, Поліщук Тетяна Володимирівна²^{1,2} ТОВ «Сі-Джоб Миколаїв»^{1,2} Україна, Миколаїв¹ y.maksymov@c-job.com.ua, ² t.polishchuk@c-job.com.ua

Анотація. Впровадження та використання автоматизованої корпоративної системи управління проектами в компанії, що займається проектуванням і розробкою робочої конструкторської документації для будівництва суден і плавзасобів. Збір даних і управління процесами в одній програмі дозволяє прогнозувати виконання проектів і впроваджувати різні інновації для більш ефективної роботи підприємства.

Ключові слова: управління проектами; розподіл ресурсів; контроль проектів; прогнозування та поточний аналіз.

Вступ

В наші дні конкурувати на ринку проектно-конструкторських послуг можливе за умови великої гнучкості та адаптивності компанії, готовності до нових викликів і здатності реалізовувати найсміливіші побажання замовника. Велика кількість одночасно виконуваних проектів вимагають синхронізації роботи не тільки між проектами всередині компанії, але і безпосередньо між інженерними відділами різних спеціалізацій, а менеджери і координатори проектів повинні мати можливість контролювати прогрес виконуваних завдань.

Тому виниклає потреба у впровадженні та використанні автоматизованої корпоративної системи управління проектами (КСУП). Збір даних і управління процесами в одній програмі дозволяє прогнозувати виконання проектів і впроваджувати різні інновації для більш ефективної роботи підприємства. Однак, зараз на ринку програмних продуктів відсутні готові рішення для використання їх в проектному управлінні суднобудівної галузі без значного доопрацювання з боку користувача під свої потреби.

Мета роботи – впровадження і доопрацювання якісної корпоративної системи управління проектами, що дасть можливість збору проектної інформації, її акумулювання і виведення в звіти для подальшого аналізу і оперативного реагування на зміни для підвищення ефективності та якості ведення проектів.

Основна частина

Компанією C-Job Nikolayev була впроваджена і значно доопрацьована КСУП. Фундаментом цієї системи є ретельно опрацьовані, прописані і сертифіковані ТОВ «Бюро Верітас Україна» на відповідність ISO 9001 діє до: 2015 процеси проектування і управління якістю. Система в компанії побудована у відповідності з циклом Plan-Do-Check-Act і включає в себе наступні процеси:

- Створення графіка робіт;
- Виконання проекту; Облік робочого часу;
- Збір і аналіз прогресу завантаження; Оцінювальний відсоток готовності робіт;
- Коригувальні дії за результатами аналізу.

Виходячи з особливостей ведення проектів в конструкторському бюро, можна виділити основні вимоги до програмного забезпечення:

- Гнучкість програмних налаштувань;
- Облік людино-годин по кожному проекту і відділу;
- Взаємодія команд;
- Контроль прогнозу по бюджетам і термінам;
- Оцінка ефективності роботи;
- Оцінка прогресу виконання завдань;
- Прогнозування результатів.

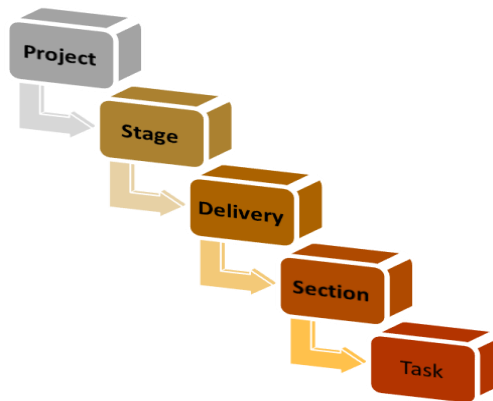
Оптимальним рішенням виявився вибір програмних комплексів Microsoft Project в зв'язці з Power BI.

Встановлення системи управління проектами була виправданим рішенням, роботу з КСУП засвоїли всі співробітники. Функції програмного забезпечення на сьогодні задовольняють 80% потреб компанії.

Всі завдання упорядковано за кількома параметрами, що дозволяє більш раціонально витратити людино-години. Щодня план завдань оновлюється.

Аналіз отриманих даних дозволяє побачити, з якою швидкістю реалізується проєкт, яка витрата людино-годин необхідна для здійснення повного комплексу завдань по проєкту і планувати завантаженість компанії. Велика кількість інформації візуалізується і подається в графічному вигляді, що спрощує аналіз отриманої інформації.

Командою наших фахівців був розроблений комплекс додаткових функцій, що відповідають специфіці роботи проєктного бюро, а також запропоновані спеціальні шаблони для проєктів, що здійснюються компанією (див. Зображення 1).



Зображення 1. Приклад побудови шаблону проєкту.

У шаблоні передбачені всі стадії реалізації проєкту. При його використанні, людині, що займається побудовою структури проєкту, достатньо занести назви стадій, секцій(блоків) або інші специфічні проєктні параметри для даного замовника, щоб отримати назву завдання. Це дозволяє не тільки локалізувати завдання за назвою, а також обмежити його за часом виконання та одразу визначити виконавця. Також немаловажним є час, що витрачається на побудову структури проєкту за шаблонами. Час на виконання первинної конструкції завдань скорочується щонайменше втричі.

Крім того, C-Job Nikolayev автоматизувала деякі з процесів шляхом налагодження потоків робіт (workflow) та інформації всередині компанії. Зокрема, під час завершення проєкту, відповідну інформацію отримують спеціалісти департаменту інформаційних технологій, бухгалтерії, і суміжні керівники. Цей підхід дозволяє не тільки забезпечити своєчасне сповіщення всіх зацікавлених сторін, але і запобігти втраті інформації всередині компанії і дати можливість оперативно вжити необхідних заходів і дій для забезпечення безперервності виробничого процесу.

Велика доля кастомізації корпоративної системи управління проєктами відноситься до впровадження оціночного відсотку фактичної реалізації завдань (який повинен вказати виконавець задачі), що в сукупності дає фактичний відсоток готовності проєкту на даний момент. Жоден з інструментів безпосередньо не дає цього показника. Його можна отримати шляхом об'єднання основних показників проєктного управління: обсягу роботи, ресурсу і тривалості. Але, на жаль, для програмних продуктів ці показники мають різні сутності і не можуть бути об'єднані простими обчисленнями. Даний відсоток готовності успішно був реалізований фахівцями компанії і тепер використовується як один з основних показників здоров'я проєкту.

Висновки Компанія C-Job Nikolayev успішно впровадила корпоративну систему управління проєктами на базі MS Project. Власними силами були доопрацьовані наявні інструменти всередині програмного забезпечення, а також розроблені потоки завдань та інформації. Розроблені інструменти для отримання фактичного відсотку завершення проєкту. На базі Power BI сформовані інтерактивні звіти, що використовують базу даних MS Project. Ці звіти є фундаментом для аналізу проєкту, прогнозування відхилень, планування та перепланування не тільки всередині окремого існуючого проєкту, а також суміжних з ним і тих що прийдуть у майбутньому.

Yurii Maksymov, Tetiana Polishchuk.

Modern project management in shipbuilding. Control and visualization

Annotation. Implementation and use of an automated corporate project management system in a company engaged in the design and development of detailed design documentation for the building of vessels and floating crafts. Data collection and process control in a single software allows to predict the project execution and implements various innovations for more efficient operation of the company.

Keywords: project management; resource allocation; project control; forecasting and ongoing analysis.

ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ ЕЛЕКТРОННИХ КНИГ

Струкачова Л.М., старший викладач кафедри дизайну, Новицька О.І., бакалавр з дизайну
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв lsdesign.proj@gmail.com

Анотація. Розглянуто особливості форматів електронних книг, їх популярність; приведені рекомендації щодо дизайну електронних книг.

Ключові слова: Електронна книга, оцифровування електронних книг, асоціативний ряд, дизайн, сприйняття інформації

Електронними книгами, як правило вважають отскановані чи передруковані версії паперового видання в цифровому (електронному) вигляді. Останнім часом до них також відносять ряд пристроїв, які використовуються для їх прочитання.

Популярність електронних книг дедалі зростає з кожним днем, кожним роком. На сьогоднішній день можна стверджувати, що їх поява - найважливіша подія в історії видавничої справи з часу винаходу друкарського верстата. Вся планета захоплена оцифровуванням всіх типів книг, які представляють цінність для будь-якого, навіть самої малої кількості читачів. В першу чергу, для користувачів привабливо те, що можна зберігати на свій електронний пристрій скільки завгодно книг, видання доступні для скачування можуть бути нижчі за ціною ніж в магазинах та тим, що електронний варіант видання буде завжди під рукою.

Оцифровування бібліотечних фондів - один з найперспективніших напрямків в галузі впровадження високих технологій та автоматизації. З'являються електронні фонди бібліотек для дітей, вузівські та шкільні електронні бібліотеки, тощо. Перед тими, хто займається оцифровуванням видань або набором книг безпосередньо на ПК, рано чи пізно постає питання, в якому форматі видавати електронну книгу або в який формат її імпортувати з текстового. Існує кілька груп форматів електронних книг - векторні і растрові. Растрові формати представляють об'єкт у вигляді безлічі точок, векторні - у вигляді простих геометричних фігур (точки, лінії, багатокутники) [1]. Серед різних форматів електронних книг виділяють три основних: DjVu, PDF і EXE. DjVu - спосіб стиснення зображень з втратами, створений спеціально для зберігання оцифрованих документів, наприклад, зшитих видань, таких, як книги, журнали, рукописи та інші, де велика кількість графічних формул, схем, різних зображень і рукописних символів робить неймовірно складним їх точне розпізнання. Є ефективним способом передачі всіх деталей оформлення, наприклад, історично цінних документів, де значення надається не тільки змістом, а й кольором, структуру паперу, її дефектів - тріщин, слідів від складання, а також виправлень, плям, відбитків пальців, слідів, залишених іншими предметами [2]. Формат підготовлений для скачування через Інтернет таким чином, що сторінка завантаження доступна для перегляду навіть до завершення передачі всього файлу на комп'ютер користувача. Файл в форматі DjVu може містити текстовий шар, отриманий в результаті оптичного розпізнавання тексту, що дозволяє здійснювати повнотекстовий пошук. Також DjVu-файл часто містить інтерактивне зміст і гіперпосилання, що полегшує навігацію в DjVu-книгах. Залежно від можливостей і вимог користувача перевагу найчастіше віддається одним з найпопулярніших - PDF і EXE форматам. У таблиці розглянуті плюси і мінуси обох форматів щодо таких параметрів, як можливість друку, розмір файлу. Порівняння форматів електронних книг PDF (Adobe Acrobat) Компілятор електронних книг (.EXE) Вихідним документом може бути будь-який текстовий або векторний редактор, наприклад MS Word Потрібно створювати сторінки книги на основі особливих мов програмування Кожна сторінка нумерується автоматично, при цьому є можливість вставляти, видаляти, замінювати сторінки, не порушуючи нумерацію EXE-книги компілюються один раз і не можуть бути змінені, в тому числі не піддається корекції зовнішній вигляд книги. Для того щоб внести будь-які поправки в книзі, фактично потрібно створити її ще раз Друк файлу подібного формату не створює труднощів Оскільки EXE, по суті, є Win32- додатком, друк такого файлу може бути утруднена Стиснення PDF-формату більш результативно - на виході виходить менший за розміром файл файл порівняно великого розміру Будь електронні книги за способом подання інформації можна розділити на дві категорії: посторінкові і повноекранні. До перших відносять PDF- і DjVu-файли, до другого - EXE-файли. Це сильно впливає на розробку дизайну електронної книги і її функціоналу. Однак існують загальні принципи при проектуванні макетів сторінок книг, які підходять для обох категорій. Часто зустрічається визначення, що дизайн - це оформлення інформації. Поза всяким сумнівом, графіка, колір, текст, заголовки і вся композиція складають інформаційний зміст сторінки. Основний відсоток одержуваної людиною інформації сприймається зором.

Одним з форматів електронних книжок є формат ерив. Отримати цей формат можна за допомогою програми InDesign. Документ InDesign можна експортувати у формат EPUB, щоб інші користувачі змогли переглянути підсумковий результат у засобі читання EPUB.

Можна експортувати документ у формат EPUB з підтримкою перекомпонування. Документ EPUB з підтримкою перекомпонування дозволяє читачеві EPUB оптимізувати вміст залежно від пристрою відображення.

Формат з підтримкою перекомпонування найкраще підходить в тому випадку, якщо документ призначений для користувачів пристроїв на основі електронного чорнила. Крім цього, формат з підтримкою перекомпонування краще використовувати, якщо потрібно надати можливість зміни шрифту і розміру тексту в засобі читання.

Можна експортувати документи у формат з фіксованим макетом. Формат з фіксованим макетом дозволяє включити в документи аудіо - та відеоматеріали, а також вміст Edge.

У формат з фіксованим макетом можна також експортувати інтерактивні документи, які містять такі елементи управління, як кнопки навігації, переходи сторінок, анімацію і гіперпосилання.

Формат з фіксованим макетом найкраще підходить для документів, що містять велику кількість графічних елементів, аудіо-та відеоматеріалів. Цей формат найкраще підходить для дитячих книг, куховарських книг, підручників і коміксів.

Книжки формату EPUB відкривається в наступних додатках. Це стосується діалогових вікон параметрів як перекомпонованого, так і фіксованого макета.

Додаток EPUB	Версія	Підтримується	Не підтримується
MacApple iBooks	1.0.1	Так	
Oxygen	14.1	Так	
Kindle Previewer	2.92	Так	
Sigil	0.7.4	Так	
Kindle	1.10.6		Hi
VitalSource Bookshelf	6.2		Hi
Apple Book Proofer	1.0.1	Файли EPUB з впровадженими шрифтами не підтримуються	
Windows			
Sigil	0.7.4	Так	
Kindle Previewer	2.92	Так	
Adobe Digital Editions	3.0.86137	Так	
Calibre	1.26	Так	
Oxygen	15	Так	
Azardi	2.0	Так	
Kobo	3.6.0		Hi

За статистикою сприймається візуально 83% інформації і приблизно 40% з неї запам'ятовується людиною. А зображення може нести в собі нітрохи не менш, а іноді і більше інформації, ніж текст. В оформленні конкретної електронної книги, розрахованої на велику і різну аудиторію, важливо не перестаратися. Користувач, переглядаючи оформлення, завжди прагне зробити висновок, шукає закінченість в розумінні представленої інформації. І зробивши його, випробовує естетичне задоволення.

Завдання дизайнера у розробці оформлення електронної книги допомогти йому в цьому, побудувати твердий, конкретний асоціативний ряд, розкриваючи тему. Сприйняття текстової інформації відбувається зліва направо і зверху вниз, щоб глядач правильно зрозумів сюжет, потрібно змусити його прочитати спочатку «питання», а потім «відповідь». Текст «питання» виноситься наверх зображення, ближче до лівого кутку, а текст «відповіді» - вниз зображення, або правіше від «питання». Це перший принцип, але є й інші способи загострити увагу на конкретних деталях. Існують також просторове поняття сприйняття інформації. Те, що знаходиться ближче (на передньому плані), сприймається раніше, ніж те, що на задньому плані. Ефект заднього плану можна отримати досить сильною розмиванням. Об'єкт з нормальною різкістю буде виглядати розташованим на передньому плані і сприйматися першим. великі і досить яскраві (контрастують) елементи також сприймаються раніше дрібних, деталізованих. Будь-який «виділений» об'єкт в композиції стає тематичним або смисловим центром. Ще один спосіб загострити увагу на конкретній деталі - це освітлення. Будь-яке джерело світла гарантовано примушує звертати на себе увагу. Навіть тінь і затемнення деяких деталей на увазі існування джерела світла, а затемнені деталі відтісняються більш яскравими, освітленими. Небезпечно «грати» з пропорціями і перспективою в реалістичних зображеннях і колажі без конкретної мети.

Закони просторової геометрії і природних пропорцій - це закони природи, і користувач, підсвідомо відволікаючись від теми, зосередить увагу на пошуку джерела зорового дискомфорту в зображенні і зробить абсолютно інші висновки, ніж хотілося. Велике значення має колір. Конкретний колір у кожного асоціюється з конкретним чином, річчю або подією в його житті і знаходиться в підсвідомості людини. Ці асоціації можуть бути різними - як позитивними, так і негативними. Це відноситься не до всіх квітам поспіль, а тільки до деяких. Сприйняття кольору може носити тематичну спрямованість. Наприклад, червоний, в технічній галузі символізує небезпеку, а в області моди - чуттєвість і сміливість. Виходить досить різноманітна картина асоціацій, пов'язаних з червоним кольором. Тому необхідно дуже обережно вибирати колір для кожної конкретної ситуації і уникати тиску одного суцільного кольору, не продумавши тематику кольори. Лінії, стрілки, спрямований градієнт, ритм викликають стійке направляє, яке вказує вплив. Але треба уникати ситуацій, коли доводиться переглядати композицію «проти шерсті». Це викликає дискомфорт на рівні підсвідомості і підсвідоме бажання знайти його причину. Шрифт також може викликати різні асоціації. Наприклад, готичний шрифт викликає асоціації з культурою Європи і він не може застосовуватися в темі інших культур або історичного періоду.

Може виникнути ще одна проблема - процес завантаження сторінки. Елементи, що управляють асоціативним рядом можуть бути завантажені не в тій послідовності. Якщо, дійсно, потрібно показати все зображення відразу, то можна використовувати «шар завантаження», що закриває всю сторінку до тих пір, поки вона не завантажиться повністю, або прибрати цей шар на якомусь етапі завантаження. У цих випадках краще застосовувати «тематичне» оформлення, наслідування чогось реального: лежачим на столі аркушах паперу або розгорнутої книзі, свитку і т.д. Крім того, дизайн повинен враховувати тематику викладеного матеріалу, мати з ним спільні елементи асоціативного ряду. При цьому легко домогтися єдиного оформлення для всієї книги. Можна також поліпшити і «оживити» показ книги, щоб користувач не нудьгував, наприклад, випадковим відображенням елементів дизайну, що знову ж таки повинно враховуватися при проектуванні макета. Розглянувши різні формати і особливості при проектуванні дизайну, можна зробити наступний висновок: кожен із форматів має свої плюси і мінуси по відображенню інформації, і тому розробка дизайну повинна здійснюватися виходячи з цих особливостей.

Література:

1. Електронні книги./-[Електронний ресурс].-Режим доступу: <http://you-master.ru/polezno/elektronni-knigi/>
2. Електронні книжки, їх види та особливості./-[Електронний ресурс].-Режим доступу: <https://getoptim.com/uk/yak-vibrati-elektronnu-knigu.html>

Strukachova L., Novytska O. **FEATURES OF ELECTRONIC BOOKS DESIGN**

Text of the annotation. *Features of electronic books formats, their popularity are considered; recommendations for electronic books design are given.*

Keywords: *Electronic book, electronic books digitizing, associative series, design, perception of information .*

Секція № 10.

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

УДК 333.15.

МІСІЯ МОРСЬКИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ КЛАСТЕРІВ ТА ПРОФЕСІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ

Парсяк В.Н., д-р. екон. наук., професор

volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua

Жукова О.Ю., канд. екон. наук, доцент

eyzhukova@gmail.com

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

Анотація. У доповіді висвітлено авторське бачення призначення кластерів, що створюються в місцях скупчення підприємства економіки моря. Підкреслено економічні переваги, які вони набувають, та мотиви, що спонукають до об'єднання бізнесів інтересів. Наведено аргументи на користь створення адміністрацій кластеру та вимоги до його персоналу.

Ключові слова: економіка, індустрія, кластери, адміністрування, персонал.

Все те, що нам відомо про кластери від інших [1, 2] і усе те, що ми самі думаємо з цього приводу [4, 5, 6], засвідчило, що за умов осмисленого ставлення до них, бізнес здатен отримати ґрунтовні конкурентні переваги. І от з яких причин:

зменшення витрат, пов'язаних зі здійсненням операційної діяльності, через виникнення «ефекту масштабу». Наприклад, об'єднання замовлень вхідної сировини відкриває перспективи отримати її від постачальників із суттєвими об'ємними знижками. Якщо разом, то збільшуються шанси отримувати фінансування на розвиток кластеру від інституцій Європейського Союзу;

концентрація нових знань та креативних ідей, які, набувши поширення налагодженими каналами інформаційного обміну, посилюють конкурентну здатність кожного, а поруч з тим, і усього скупчення учасників разом (на закордонних ринках, наприклад, під час спільної боротьби за експортні замовлення). І чим інтенсивніше вони залучаються до ендогенної системи трансферу даними, тим більше відомостей про ринки, винаходи та технології стають їм доступними;

виокремлення в обслуговуючі кооперативи або відпущення у «вільне ринкове плавання» підрозділів (таких, скажімо, як маркетингу, закупок, інжинірингу), що раніше переймалися розв'язанням однакових задач, переобтяжуючи видаткову частину корпоративних бюджетів. Вигода полягає ще й в тому, що підприємства-учасники позбавляються неефективних бізнес-процесів завдяки використанню найсильніших сторін партнерів, що з'явилися, за посередництвом аутсорсингових контрактів.

Між тим, виявлено й інші мотиви, які підігрують зацікавленість у кластеризації в морській економіці:

1. Між підприємствами, розташованими на прибережних акваторіях та територіях (а це, окрім суднобудування, судноплавства, портів, ще й рибовидобуване та рибопереробне господарство, марікультура, видобуток будівельних матеріалів, морська енергетика, рекреаційна діяльність), виникають конфлікти, пов'язані з їх зазіханнями на обмежені морські простори. Особливо з огляду на технологічну міць, що зростає та технічне оснащення товаровиробників.

За таких обставин, порозуміння бізнесів в межах кластерів створює сприятливе підґрунтя для налагоджування ефективного управління морською діяльністю, в тому числі, з використанням технологій просторового планування. У цьому контексті набуває важливого значення місія дотичних до кластерів державних морських адміністрацій – неупереджених, компетентних арбітрів, для яких інтереси країни, місцевих територіальних громад є абсолютним пріоритетом.

2. Кластер – інструмент захисту важливих економічних цінностей. Щодо держав Європейського Союзу, то йдеться, зокрема про 25 % світової морської торгівлі, про 40 % світового флоту, про домінування у секторі отримання енергії з поновлюваних джерел, розташованих на морському шельфі, про фантастичне піднесення, особливо в останні роки, круїзного туризму тощо [6]. Ці надбання попередніх поколінь мешканців

континенту мають бути збережені та примножені. Теж саме стосується й регіонів нашої країни, які перебувають на узбережжях Чорного, Азовського морів та Керченської протоки.

3. Для соціально-відповідального бізнесу кластери відкривають перспективи свідомого поєднання учасниками суто економічних інтересів з загально визначеними суспільними цінностями та піклуванням про екологічне здоров'я Світового океану (з метою забезпечення його сталого розвитку, збереження ресурсів в інтересах прийдешніх поколінь планети). Для цього неминучі нововведення, які потребують неабияких інвестицій.

Тож не виглядає чимось надзвичайним, що в ЄС працює 2900 кластерів, які охоплюють 19 % робочих місць (54 млн. осіб) та 22 % від заробітної плати найманих працівників (на 13,5 % більша за інші економічні локації). В порівнянні з ними, у кластерах на 141 % швидше зростають стартапи, на 143 % більше фірм з топовою продуктивністю праці та на 77 % таких, які швидко сильнішають завдяки здібному персоналу, виключній якості продукції, новим технологіям, результативним маркетинговим рішенням [7].

Це можливо за умов, коли кластер справджує свою місію: відкриває шляхи до нових технологій, продуктів, ринків, до розквіту економічної діяльності в регіоні. Коли скупчення юридично та економічно незалежних підприємств, має зиск від сервісів, які продукує цей «професійний клуб» для власників, менеджерів, співробітників підприємств. Сьогодні він запрошує працівників бухгалтерій (винайдені продуктивніші засоби ведення обліку господарських операцій, завтра – HR-департаментів, (з'явилася нова система планування кар'єри персоналу), а у суботу пропонують барбекю (знайти однодумців, поговорити про перспективи місцевих виборів). Не хитрі нібито заходи – думає кожний, хто жодного разу не приймав у них участі, а, тим більше, не перебував у складі організаційного комітету. Оскільки ця проблематика виходить за межі нашого дослідження, оглянемо бодай ключові етапи підготовки та проведення заходу: вибір адекватного (за розміром, оздобленням, оснащенням) приміщення, розподіл його на зони (нараджа, фуршетна, переговорна), повідомлення ЗМІ (розсилка запрошень, прес-релізу), вибір та підготовка спікерів, модератора, сервісу, запрошення учасників, узгодження програми заходу та контроль за її виконанням, підготовка та розсилка підсумкових документів тощо.

Усе це та багато інших важливих, насправді, справ хто-небудь має робити. А поза цим: створити та підтримувати офіційний сайт кластера; видавати періодичні інформаційні бюлетені, брошури, брати участь у ярмарках, виставках, презентаціях; проводити навчальні заходи, налагоджувати з цього приводу зв'язки з академічними центрами; організовувати зустрічі з закордонними відвідувачами кластеру, представниками громадських та наукових кіл, бізнесу, засобів масової інформації; підтримувати спільні науково-дослідні проекти, налагоджувати з цього приводу відносини з надавачами грантів та донорами.

З того, що ми бачимо, випливає: кластер потребує «менеджменту» (виконавчої дирекції, правління, адміністрації – назва не принципова). Йдеться не про управління, власне, а про делегування функцій та виділення коштів на організаційне забезпечення процедур обговорення та прийняття учасниками рішень, які опиняються на порядку денному. Сподіватися на те, що справу «втягнуть» окремі ентузіасти – марно. Їх запал корисний для того, щоб вогонь зайнявся, але для підтримки полум'я відповідної інтенсивності потрібно залучати команди професіоналів. Чисельність та якісний рівень персоналу дирекції визначається за принципом розумної достатності. Тобто, напруга залежить від структури та складності функцій, які йому делеговані. Так само очевидним виглядає побажання залучати до складу правління осіб з бездоганною репутацією, одні лише прізвища яких підтверджують обґрунтованість ідеї [8, с. 43]. Їхні загально визнані чесноти, ентузіазм, конструктивна ініціатива повинні справляти позитивне враження на чиновників, на ймовірних благодійників та на широкі громадські кола, включаючи засоби масової інформації, бути запорукою здійснення омріяного: зростання конкурентоспроможності та ефективності започаткованої справи. А це – найважливіше для власників підприємств, залучених у кластер.

Висновки: 1. Кластер – не надбудова над бізнесом. Він – його прискорювач і доцільний лише за умови справдження цієї місії. 2. Зусилля учасників кластера підсилюються бездоганим менеджментом виконавчої дирекції. Разом вони відкривають шляхи до нових технологій, продуктів, ринків, до розквіту економічної діяльності в регіоні.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Industrial cluster policy. **Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. European Commission.** URL: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/cluster_en.
- [2] Porter M. **Clusters and the New Economics of Competition.** URL: <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>.
- [3] Жукова О.Ю., Парсяк В.Н., Жуков Ю.Д. Інноваційний аутсорсинг в управлінні мультисервісним інжиніринговим підприємством. Херсон: Олді-плюс. 2017. 248 с.

- [4] Parsyak V., Zhukova O. Alternative strategies for construction of the organizational structure of management of the marine industry cluster in Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2019. Vol. 4. №. 5. P. 110-120.
- [5] Парсяк В.Н. Економіка моря. Херсон, Видавничий дім «Гельветика», 2018, 395 с.
- [6] The role of Maritime Clusters to enhance the strength and development of European maritime sectors. Report on results. European Commission (2008), 5. Retrieved from: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/docs/body/report_results_en.pdf
- [7] Trends in European clusters: results from the 2019. European panorama, trends and priority sectors report published. Published on: 17.12.2019. URL: <https://www.clustercollaboration.eu/news/trends-european-clusters-results-2019-european-panorama-trends-and-priority>
- [8] Ffowcs-Williams I. (2016). Cluster development and management manual, 43. URL: <http://www.pipso.org.fj/wp-content/uploads/2017/08/APPROVED-FINAL-Pacific-Cluster-Manual-Online-ver.pdf>

Parsyak V. Doctor of Sciences, professor

Zhukova O. Doctor of Philosophy, assistant professor

Mission of maritime industrial clusters and professional support of their activities

Abstract. The report highlights the author's vision of the purpose of clusters created in places of accumulation of the sea economy enterprise. The economic benefits they acquire and the motives for merging businesses of interest are emphasized. Arguments in favor of creating cluster administrations and requirements for its staff are given.

Keywords: economy, industry, clusters, administration, personnel.

Парсяк В.Н., д-р. екон. наук., проф.

Жукова Е.Ю. канд. екон. наук, доцент

Миссия индустриальных кластеров и профессиональное обеспечение их деятельности

УДК 658:338.2

ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ВЛАДИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Дибач І.Л., к.е.н., доцент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

<http://orcid.org/0000-0003-4237-8709>

Анотація. В умовах ринкових трансформацій, що спостерігаються у вищій школі питання організаційної влади в університеті набувають особливої актуальності, оскільки обумовлюють цілісність та ефективність його функціонування. В роботі розглянуто джерела формування організаційної влади закладу вищої освіти з ресурсної та поведінкової позиції.

Ключові слова: влада, організаційна влада, заклад вищої освіти, джерела влади.

Визначальним чинником ефективності прогресивних змін, що відбуваються в українській економіці та інших сферах суспільного життя є інтелектуалізація праці. Вища освіта, в цьому контексті, має визначальне значення. Заклади вищої освіти (ЗВО) покликані забезпечувати високу якість освіти, з урахуванням цільових орієнтирів, які диктує ринок, держава, особистість. Формування дієвого механізму забезпечення якості освітнього продукту в умовах формування ринку освітніх послуг є однією із важливих задач менеджменту вищих навчальних закладів.

Розглядаючи процеси організації і управління закладом вищої освіти, не можна обійтися без застосування поняття влади, яке все частіше використовується при аналізі політичних процесів та режимів, і тільки останнім часом із розвитком теорії організації, інституціональної теорії та корпоратизації цей термін міцно увійшов у понятійний апарат менеджменту.

Базовим елементом будь-якої влади, як організаційної так і особистої, є усі наявні та доступні види ресурсів. Підрозділи будь-якої установи, зокрема закладу вищої освіти, які мають більшу частку загальних ресурсів, або більшу свободу їх використання, є впливовішими і більш незалежними, особливо при наявності доступу до зовнішніх ресурсів. Серед інших видів ресурсів ключовими є фінансові ресурси, але влада має володіти і іншим ресурсами або цінностями. Наприклад, здатність університету надавати якісну та євроінтегровану освіту дає йому владу над тими закладами освіти, комерційними установами або приватними особами, які практикують надання освітніх послуг але не можуть гарантувати працевлаштування та визнання диплому багатьма європейськими країнами. Влада – це необхідна умова управління, потреба і схильність до

нього. Умовою влади є, як правило, здатність і бажання лідера погоджувати діяльність людей за допомогою свідомого впливу на них з урахуванням загальної мети й особливостей діяльності кожного. Влада дозволяє керівникові або менеджеру спрямовувати дії і поведінку працівників на виконання цілей організації і змушує дотримуватися її інтересів.

Особиста влада породжує феномен лідерства. Об'єктивною основою лідерства є уособлення інтересів капіталу і здатність ефективно впливати на діяльність підлеглих в ім'я задоволення цих інтересів. Теоретики соціальних систем виділяють експлуататорсько-авторитарний, патерналістсько-авторитарний, дорадчий і партисипативний типи лідерства. Умови, що визначають стиль лідерства залежать від дії трьох факторів [1]: ступеня довіри підлеглих до керівника; можливості дроблення задачі на частині з метою їхнього виконання і контролю; концепції влади, властивій даній посаді.

В роботах М. Хесселя [2] влада розділяється на вертикальну та горизонтальну. Називається п'ять джерел горизонтальної влади (залежність, фінансові ресурси, центральність, незамінність, подолання невизначеності) та три джерела вертикальної влади (офіційна посада, ресурси, центральна позиція в комунікаційній мережі). Більшість з перелічених джерел, на думку автора, не є джерелами, скоріше вони відносяться до характеристик влади. Доцільно розглядати джерела влади на прикладі освітньої установи як зовнішні та внутрішні. Внутрішніми джерелами по суті можна визначити ресурси та позицію в установі (рис.).



Рис. Джерела організаційної влади у ЗВО

Позиція підрозділу або особи в рамках установи може ґрунтуватися на формальних та неформальних засадах. До формальних віднесемо: офіційну посаду, повноваження, права, управлінську ситуацію або проблему, яка вирішується. Офіційна посада має організаційний та адміністративний ресурс згідно організаційної структури. Можна стверджувати, що саме повноваження, як складова частина влади в цілому, є основою організаційної влади в ієрархічній структурі. Якщо розглядати організаційну владу як офіційну ієрархію в рамках структури управління організацією чи установою, то повноваження є механізмом реалізації влади по вертикалі. Маючи офіційний статус, повноваження і права беззаперечно визнаються підлеглими, які впевнені в законності вимог до них з боку безпосереднього керівника.

У процесі проектування організаційної структури, проблема розподілу влади і повноважень по горизонталі і вертикалі є найбільш складною і неформалізованою. Повноваження – це право адміністратора приймати рішення щодо розподілу лімітованих ресурсів організації. Кожен рівень управління має свої ресурси, тому повноваження визначають рівень в ієрархії управління, від якого залежить сутність та зміст управлінських рішень [3].

Висновок. Реалізація системних перетворень в державі мають безпосередню залежність від умов та результатів функціонування закладів вищої освіти та певною мірою залежать від керівних управлінських кадрів

ЗВО. Від так, в умовах формування ринку освітніх послуг, важливим є розуміння менеджменту ЗВО передумов формування владних функцій та джерел організаційної влади освітньої установи.

Список літератури

1. Бутурліна О.В. Сучасні моделі впровадження STEM-освіти: світовий досвід та українська реальність. *Науково-методичні засади створення інноваційної моделі STEM-освіти* : зб. тез до І-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 24 жовт. 2017 р.; Київ. 2017. С. 16–21.
2. Игнатъева А.В., Максимцев М.М. Исследование систем управления: учебн. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2000. 157 с.
3. Задахайло Д.В., Назарова Г. В., Кібенко О. Р. Корпоративне управління: навч. посібн. Х. : Еспада. 2003. 688 с.

Dybach Inna

SOURCES OF ORGANIZATIONAL POWER IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. In the conditions of market transformations observed in higher education, the issues of organizational power at the university become especially relevant because they determine the integrity and efficiency of its functioning. The sources of formation of organizational power of the institution of higher education from the resource and behavioural position are considered in the work.

Key words: power, organizational power, universities, sources of power.

Дибач І.Л.

ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ВЛАДИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. В умовах ринкових трансформацій, що спостерігаються у вищій школі питання організаційної влади в університеті набувають особливої актуальності, оскільки обумовлюють цілісність та ефективність його функціонування. В роботі розглянуто джерела формування організаційної влади закладу вищої освіти з ресурсної та поведінкової позиції.

Ключові слова: влада, організаційна влада, заклад вищої освіти, джерела влади.

УДК 657:338

PEST - АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Бурунсуз К.С., к.т.н., ст. викладач

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

kateryna.burunsuz@nuos.edu.ua

Анотація. Розкрито сутність PEST – аналізу як основи прогнозування тенденцій макросередовища. Наведено основні складові проведення PEST – аналізу. Детально розглянуто політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори. Розроблено таблицю PEST–аналізу енергетичної галузі України.

Ключові слова: стратегічний аналіз; PEST – аналіз; макросередовище підприємства.

Вступна частина. Проблема управління енергетичними підприємствами та комплексами є актуальною в будь-який час. В умовах глобалізації економічних процесів і систем особливо важливою стає задача розробки теорій і методологій дослідження стратегічно важливих галузей народного господарства.

Сучасні умови функціонування підприємств обумовлені високим ступенем нестабільності і невизначеності, пов'язаних із ситуацією, що склалася під впливом пандемії COVID-19, яка, в свою чергу, спричинила світову економічну кризу. В результаті в процесі діяльності енергетичних підприємств їх власники і керівники змушені адаптуватися до виникнення цих негативних явищ і вживати заходів щодо їх нейтралізації [1].

Метою дослідження є застосування PEST– аналізу для оцінки макросередовища енергетичної галузі України та виявлення основних тенденцій, факторів та умов, що сприятимуть збільшенню її темпів зростання.

Основна частина. Правильне прогнозування тенденцій макросередовища, аналіз його поточного стану, а також здатність якісно та оперативно підлаштовуватися під його зміни дає організації додаткові конкурентні переваги. Для цих цілей енергетичні компанії повинні застосовувати PEST–аналіз (рис. 1). PEST–аналіз – це передумова стратегічного аналізу ідентифікації середовища, в межах якого компанія функціонує. Він надає дані та інформацію, які допомагають організації робити прогнози щодо нових ситуацій та обставин. PEST–аналіз –

це основа або інструмент, який використовується для аналізу та моніторингу факторів макрооточення, які мають вплив на організацію чи сектор [2]. PEST-аналіз описує політичні, економічні, соціальні, технологічні, екологічні та правові граничні умови енергетичного ринку. Насправді, поява нових технічних рішень потребує підтримки з боку урядових органів, щоб дати можливість повністю використати інноваційний потенціал підприємства. Крім того, нові рішення повинні відповідати існуючим законодавчим рамкам. Особлива увага приділяється змісту операційних процесів, ринковим невизначеностям, пов'язаним зі зміною цін на енергоносії, вартості електроенергії, що відпускається різним споживачам, витратам на оплату праці.

Політичні фактори визначають ступінь впливу уряду на економіку чи певну галузь. До них належать, наприклад, тарифи, законодавчі норми, регулювання конкуренції, податкова політика (податкові ставки та стимули), стабільність уряду та пов'язані з цим зміни, обмеження імпорту на якість та кількість товарів, права інтелектуальної власності (авторські права, патенти), захист прав споживачів та електронна комерція, закони, що регулюють забруднення навколишнього середовища [2].

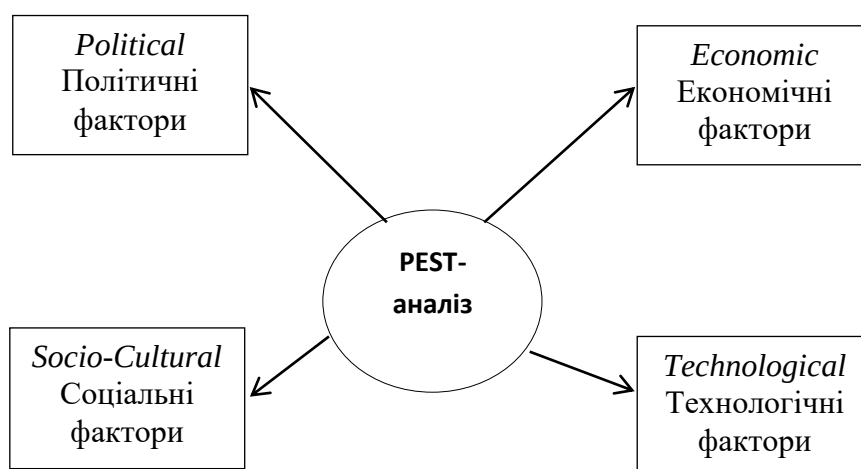


Рис. 1. Складові PEST-аналізу

Економічні фактори є визначальними показниками ефективності економіки, які безпосередньо впливають на компанію / галузь і мають резонансні довгострокові наслідки. Вони можуть включати рівень інфляції, процентні ставки, валютні курси, тенденції економічного зростання, зміни в рівні безробіття, зміни в наявному доході на душу населення тощо [2].

Соціальні фактори аналізують соціальне середовище галузі та оцінюють такі детермінанти, як культурні тенденції, демографія, аналітика населення. З енергетичної точки зору фактори можуть включати структуру громади, рівень взаємодії з громадянами, прийняття технологій та вплив зацікавлених сторін, рівень освіти суспільства, кваліфікація кадрів, особливості в менталітеті, важливі культурні цінності, зміни в соціальних групах населення.

Технологічні чинники відносяться до інновацій у технології, які можуть впливати на діяльність галузі та включають рівні автоматизації, досліджень та розробок, а також рівень розвитку технологічної обізнаності. Також розглядається вплив мобільних технологій на розвиток ринкового середовища, інновації в сучасних інформаційних технологіях, що забезпечують ефективну конкуренцію в ринковій сфері [2].

Забезпечення та підтримка економічної стійкості підприємств, здатність оперативно адаптуватися до умов зовнішнього середовища, загострює потребу управлінського персоналу у володінні достовірною і актуальною інформацією. Це обумовлює необхідність формування ефективного механізму інформаційного забезпечення підприємств [1].

Таблиця PEST-аналізу була розроблена для узагальнення результатів основних тенденцій розвитку енергетичного сектору України, отриманих за допомогою залучення експертів, а так

ож [1, 3] (табл. 1).

Таблиця 1.

PEST-аналіз енергетичної галузі України

Фактори	Субфактори
1	2
Політичні	Зміни в законодавстві щодо регулювання зовнішньоекономічної діяльності підприємств
	Підписання економічної частини Угоди про асоціацію між ЄС та Україною, активізація співробітництва з країнами ЄС
	Децентралізація влади, адміністративні реформи
	Військові дії на сході України та анексія Криму
1	2
Економічні	Негативні тенденції в економіці України, спричинені наслідками пандемії COVID-19
	Низька платоспроможність на внутрішньому ринку
	Зниження процентних ставок за кредитами в національній валюті
	Зменшення частки в загальному обсязі експорту протягом останніх років
	Конкурентна ціна вітчизняної енергетичної продукції в порівнянні зі світовими цінами
	Падіння доходів Державного бюджету, дефіцит бюджету за перший квартал 2020 р. – приблизно 32,7 млрд. грн.
	Зниження споживання електричної енергії в 2020 р. через аномально теплу зиму
Соціальні	Скорочення чисельності працездатного населення
	Сильна технологічна освіта
	Соціальна уразливість через високу кількість зайнятих в енергетиці
	Комплексна система інтелектуального захисту прав власності, наявність винаходів, патентів на інновації
	Трудова міграція
	Підвищення рівня знань іноземних мов серед населення
	Зростання соціальної напруги в країні, спричинені наслідками пандемії COVID-19
	Недостатній рівень оплати праці і мотивації праці в галузі
Технологічні	Наявність географічних, кліматичних та інших умов для сталого розвитку зовнішньоекономічної діяльності
	Значний потенціал національних технологічних досліджень
	Високий дослідницький потенціал, особливо через збільшення фінансування ЄС для лабораторій
	Потреба промисловості в якісних джерелах енергії
	Своя наукова база та глибока співпраця з національними науково-дослідними інститутами
	Профіцит базових генеруючих потужностей атомних електростанцій та дефіцит високоманеврених генерацій гідроелектростанцій
	Зростання встановленої потужності об'єктів відновлювальної енергетики за моделлю «зеленого» тарифу

Після виявлення фактори та субфактори можуть бути оцінені за допомогою, наприклад, методу аналізу ієрархій для встановлення їхнього ступеню впливу на енергетичну галузь.

Висновки. Аналіз зовнішнього середовища для будь-якого підприємства в сучасних умовах є важливим інструментом для вироблення стратегії організації та впровадження її в виробничий процес. Проведений PEST-аналіз енергетичної галузі України є відправною точкою для побудови методики та технології стратегічного аналізу, що дозволяє забезпечити високу ефективність у процесі реалізації стратегії розвитку енергокомпаній.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Салоид, С.В., Лабзина, А.А. (2019). Управление экономической безопасностью промышленных предприятий в Украине. *Інвестиції: практика та досвід*, 19, 29-33.
- [2] PESTLE Analysis of Barriers to Community Energy Development. Взято з http://leco.interreg-npa.eu/subsites/leco/PESTLE_Analysis_LECO_A4_180927-singlepages-final.pdf
- [3] Yakubiv, V., Hryhoruk, I. (2017). Innovative Methods in Strategic Planning of Foreign Economic Activity of Enterprises. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 4, 42-49.

Burunsuz Kateryna

PEST - analysis of the energy industry of Ukraine

The essence of PEST - analysis as the basics of forecasting trends in the macroenvironment is revealed. The main components of PEST - analysis are considered. Political, economic, social and technological factors are considered in detail. The table of PEST - analysis of the energy industry of Ukraine is developed.

Keywords: strategic analysis; PEST - analysis; macroenvironment of the enterprise.

УДК 330.341.1

СКЛАДНИКИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ СУДНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

Руснак А.В., д.е.н., професор¹, Ломоносов Д.А., к.е.н., доцент²
Херсонська філія Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
Україна, м. Херсон

¹E-mail: rusnak.av.2017@gmail.com; ²E-mail: dmytro.lomonosow@gmail.com

Анотація. Обґрунтовано основні проблеми та особливості суднобудівної галузі. Визначено структурні складові організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудівної галузі.

Ключові слова: інновації; інноваційна діяльність; інноваційний розвиток; інноваційні процеси; організаційно-економічний механізм.

Вступна частина. Суднобудування є стратегічною та важливою галуззю національної економіки. На сучасному етапі основною ціллю розвитку суднобудування є задоволення внутрішнього попиту та забезпечення конкурентоспроможності на зовнішніх ринках. Ця ціль зумовлює одну з актуальних проблем інтенсифікації інноваційного розвитку суднобудівної галузі, у тому числі завдання формування ефективного механізму управління інноваційною діяльністю суднобудівних підприємств та комерціалізації її результатів. Механізм управління інноваційною діяльністю як на рівні суднобудівної галузі, так і підприємств, а особливо високотехнологічних наукоємних підприємств, залишається недостатньо вивченим, а питання про його структуру, на сьогоднішній день залишається дискусійним. Це пов'язано як з різними розмірами підприємств, так і різними цілями й завданнями їх функціонування в конкурентному середовищі. Метою дослідження є визначення структурних складових організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудівної галузі.

Основна частина. Основні проблеми суднобудівної галузі впливають з її особливостей: тривалість термінів будівництва суден та значна їх собівартість. Ці проблеми багато в чому пов'язані з тим, що суднобудування відноситься до галузей машинобудування, які важко адаптуються до ринкових реалій. Крім цього є цілий ряд інших проблем. По-перше, обумовлених морально застарілими інфраструктурою виробничих потужностей, технологіями та обладнанням і як наслідок витратами в їх використанні; незадовільними темпами випуску продукції; дефіцитом фінансових ресурсів через низьку кредитну та інвестиційну привабливість проектів; низькими темпами зростання суміжних галузей, а часто й спадом їх виробництва; неефективною кооперацією підприємств через порушення технологічних зв'язків; дефіцитом висококваліфікованих фахівців. По-друге, це проблеми поліпшення морехідних якостей суден та зниження експлуатаційних обмежень. Окрему проблему становлять питання імпортозаміщення та взаємовідносини з постачальниками. Тому подальший розвиток суднобудування визначається як зовнішніми (світові тенденції техніко-економічного розвитку, конкуренція на світових ринках, виникнення нових джерел енергії) так і внутрішніми чинниками (пріоритетні цілі розвитку, потреби в конкретних видах продукції, рівень організаційного та технологічного розвитку тощо), так і рішенням системних проблем.

На сьогодні в Україні функціонує державна політика, сформована на низькотехнологічній основі. В доповнення до незрілого ринкового середовища виникають такі явища як недосконалість (фактично, відсутність) стратегічного інноваційного менеджменту, недостатність інституційного забезпечення інноваційної діяльності, відсутність попиту на інновації та практики мотивації учасників інноваційних процесів. Позитивно на інноваційну діяльність впливають форми власності, територіальний чинник, мікросистема інноваційної інфраструктури, наявність інноваційних дослідницьких установ та глобалізаційні процеси [1].

Однак найефективнішим шляхом вирішення проблем суднобудівної галузі є пошук шляхів інтенсифікації інноваційної діяльності. Інновації є не тільки найважливішим засобом конкурентної боротьби, а й чинником сталого розвитку.

У машинобудівному комплексі України спостерігається надзвичайно низький рівень інноваційних процесів [2]. Проблеми незадовільної роботи інноваційно-інвестиційного механізму машинобудівного комплексу України не могли залишити поза увагою й суднобудування. При переході вітчизняного суднобудування до роботи в нових умовах стало зрозуміло, що потрібна активізація інноваційної діяльності, яка повинна закінчуватися не дослідженнями, а комерціалізацією та виходом на ринок продукції, що має споживчий попит, та зміна підходів до її організації.

Для цього в практичному плані повинна бути вибудована послідовність взаємопов'язаних дій щодо створення інноваційної продукції, в тому числі формування концепції інноваційного проекту, проведення прикладних досліджень з розробкою технологій, проектування та виробництва кінцевої продукції, її комерціалізації із вжиттям заходів щодо забезпечення ринків збуту.

Одним з ефективних шляхів подальшого розвитку інноваційної діяльності міг би стати організаційно-економічний механізм управління нею [3].

Складові подібних механізмів як елементи будь-якої економічної системи повинні забезпечити основні функції управління, в тому числі планування та організацію діяльності, стимулювання та контроль. Беручи це до уваги, слід вважати, що формування та розвиток організаційно-економічного механізму інноваційної діяльності в суднобудуванні має бути спрямоване на планування та організацію заходів щодо інтенсифікації й стимулювання інноваційної діяльності, а також моніторингу, оцінки й контролю її результатів.

Структурні складові пропонованого організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудівної галузі наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Структурні складові організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудівної галузі

Складові	Види
Методи	Організаційно-адміністративні, економічні інформаційні, мотиваційні
Інструменти	Законодавство в інноваційній сфері, податкові пільги, стимулювання та мотивація персоналу, оперативне планування, моніторинг, контроль та облік
Ресурси	Матеріально-технічні, адміністративні, фінансові, трудові
Процеси	Створення і реалізація інновацій, НДДКР, стимулювання і мотивація, захист інтелектуальної власності, комерціалізація результатів, розвиток інноваційного потенціалу
Технології управління інноваційною діяльністю підприємства	

При формуванні механізму доцільно використовувати поєднання системного та процесного підходів, так як при системному підході інноваційна діяльність розглядається як сукупність взаємопов'язаних елементів (структур та методів), а при процесному підході управління будь-якою діяльністю необхідно розглядати як безперервні взаємопов'язані дії по виконанню функцій управління.

Для забезпечення більшої ефективності структура організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю в суднобудуванні повинна складатися з п'яти ключових блоків. Перший блок – це технічне забезпечення інноваційної діяльності. Він визначає технології та обладнання, які можуть використовуватися при створенні інноваційної продукції, стан основних виробничих засобів, їх технологічне обслуговування, перспективні плани їх поновлення. Другий – фінансово-економічне забезпечення інноваційної діяльності. До його складу входять необхідні фінансові та управлінські ресурси, які можуть бути залучені в інноваційну діяльність, а також необхідні умови для їх раціонального використання, формування пропозицій щодо необхідних структурних змін. Третій – правове забезпечення (гарантує юридично грамотний супровід інноваційної діяльності). Четвертий – інформаційне забезпечення. Цей модуль дозволяє суб'єктам управління своєчасно отримати необхідну інформацію, що стосується створення та комерціалізації інновацій в суцільному ланцюжку створення цінностей, надання консалтингових послуг. П'ятий блок – організаційне забезпечення, що передбачає створення оптимальних умов щодо досягнення поставлених цілей інноваційної діяльності, забезпечення контролю за її здійсненням на підприємствах.

Склад перерахованих блоків організаційно-економічного механізму реалізується з допомогою соціально-економічних, організаційно-технічних, інформаційних та правових методів, об'єднаних за характерними ознаками в правила, методи, інструментарій та процедури.

Не можна не відзначити, що ніякий механізм не може сам створювати інновації, він тільки сприяє поліпшенню умов їх створення у великих корпораціях та холдингах, а також на менших за розмірами підприємствах. Функціонування механізму дозволило б малим та середнім підприємствам зробити свій внесок в інноваційний розвиток великих об'єднань й самим почерпнути відсутні інтелектуальні ресурси шляхом дифузії інновацій та знань [4].

Слід зазначити, що великі організаційно-господарські структури, які володіють достатніми ресурсами для здійснення інноваційної діяльності, часто страждають від низької сприйнятливості свого менеджменту до нововведень, а головними драйверами інноваційної активності в суднобудівній галузі стають менші за розмірами високотехнологічні наукомісткі підприємства. Наприклад, створені при закладах вищої освіти малі інноваційні підприємства, як більш мобільні, могли б забезпечити найбільш значущі результати в інноваційній діяльності для суднобудівної галузі.

Висновки. Реалізація даних пропозицій в межах організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудування дозволить зробити якісний ривок в їх діяльності, змінити взаємини з постачальниками та споживачами, скоординувати роботу всіх функціональних підрозділів підприємств та суттєво підвищити ефективність їх діяльності. При цьому сам механізм можна розглядати як орієнтацію на розвиток підприємства, з використанням перспективних маркетингових рішень, які надає цифрова економіка, та здатний забезпечити формування прогресивних ідей та зростання конкурентних переваг.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Казачков, І., Стємпень, О. (2013). Шляхи забезпечення інноваційного розвитку промислового підприємства. Взято з <http://www.zgia.zp.ua>.
2. Dedahanov, A., Rhee, C., Yoon, J. (2017). Organizational structure and innovation performance. *Career Development International*. № 4, 22-26.
3. Сакун, Л. (2017). Проблеми та перспективи інноваційного розвитку машинобудівної галузі України. *Економічний вісник*. №3, 119-127.
4. Rodgers, E. (2003). *Diffusion of Innovations*. New York: Simon and Schuster.

Rusnak Alla, Lomonosov Dmytro

Title of the report: Components of the organizational and economic mechanism of management of innovative activity of enterprises of the shipbuilding industry

Text of the annotation. The main problems and features of the shipbuilding industry are substantiated. The structural components of the organizational and economic mechanism of management of innovative activity of the enterprises of shipbuilding branch are defined.

Keywords: innovations; innovation activity; innovative development; innovation processes; organizational and economic mechanism.

УДК 330.88

МЕХАНІЗМ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ СУДЕН

Надточій Ірина Ігорівна, кандидат економічних наук, доцент¹, Надточій Віктор Анатолійович, кандидат технічних наук², Огорь Ганна Миколаївна, викладач.³

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

Херсонська філія

Україна, м. Херсон

¹nira101001@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0693-8000>

²nva074@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3869-3546>

³anna.ogor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1171-4052>

Аннотація. Для всебічного дослідження реального сектору економіки в практиці проектування продуктів з новими споживчими властивостями широко використовують техніко-економічне

обґрунтування. Якщо новий продукт ґрунтується на останніх досягненнях науки та техніки, а також новітніх технологіях то такий продукт навівають іноваційними. В сучасних умовах господарювання проекти іноваційних продуктів, як правило, реалізуються групою зацікавлених сторін, які готові ризикнути власними коштами. Тому визначення ступеню ризику та обсягів і структури інвестицій при створенні складних технічних систем є актуальною задачею. Для проекту транспортної системи на основі безпечних надводних суден для внутрішніх водних шляхів сказане відноситься у повній мірі, оскільки попередній та наступні всебічні економічні обґрунтування є необхідною умовою його успішності.

Ключові слова: Безпечне транспортне судно, економічне обґрунтування, транспортна система, іноваційний продукт, інвестиційний фонд.

Вступ. Досягнення науково-технічного прогресу для світового торговельного флоту проявляються у кінцевому результаті підвищенням ефективності перевезень їх економічністю та екологічністю, а також зростанням продуктивності праці.

Різноманіття факторів зумовлює методичну складність економічного обґрунтування оптимальних варіантів морських вантажних судів, необхідність накопичення та обробки великого обсягу вихідної інформації.

Обґрунтування ефективності транспортної системи на основі безпечних надводних суден - вибір її характеристик і технічних рішень вимагають обліку ширшого кола факторів і розробки принципово нових способів економічної оцінки.

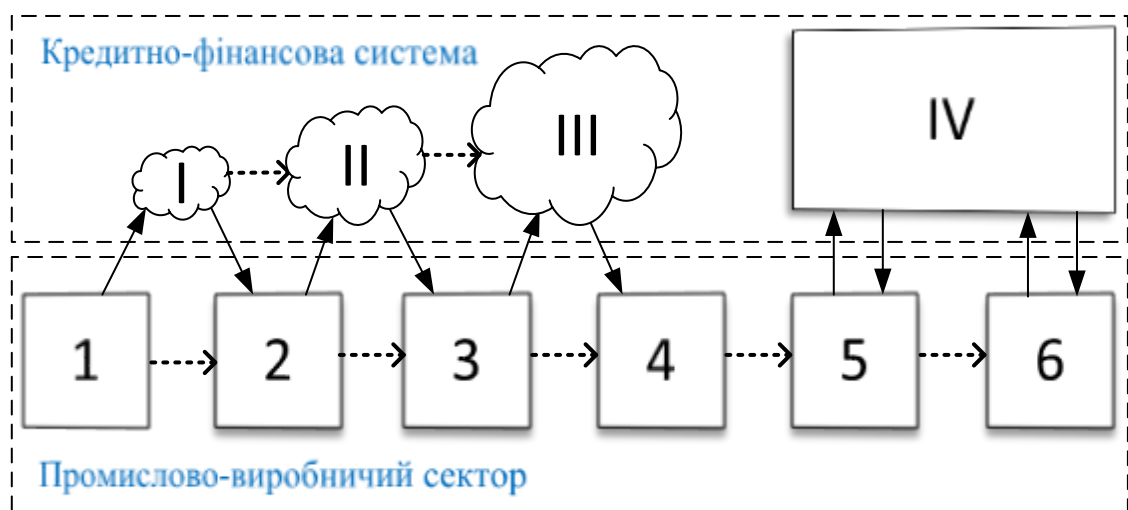
Основна частина.

Основною проблемою інвестиційного забезпечення проекту транспортної системи на основі безпечних надводних суден (БНС) є недосконалість методів економічних обґрунтувань.

Економічні обґрунтування транспортної системи на основі БНС на всіх стадіях проектування відіграють ключову роль, оскільки є відправною точкою для визначення обсягу та структури інвестиційного фонду проекту.

Розрізняють основні стадії проектування морської техніки [1]: ескізне, технічне і робоче проектування.

Схематично етапи інвестиційного забезпечення проекту транспортної системи на основі безпечних надводних суден представлені на рис. 1.



- 1 – ескізний проект (Бизнес - план);
- 2 – технічний проект;
- 3 – робочий проект;
- 4 – виробництво;
- 5 – експлуатація;
- 6 – утилізація;
- I – початковий фонд інвестицій;
- II – інвестиційний фонд по кошторису технічного проекту;
- III – інвестиційний фонд по кошторису робочого проекту;
- IV – іпераційні фонди.

Рис. 1. Етапи інвестиційного забезпечення проекту транспортної системи на основі безекіпажних надводних суден

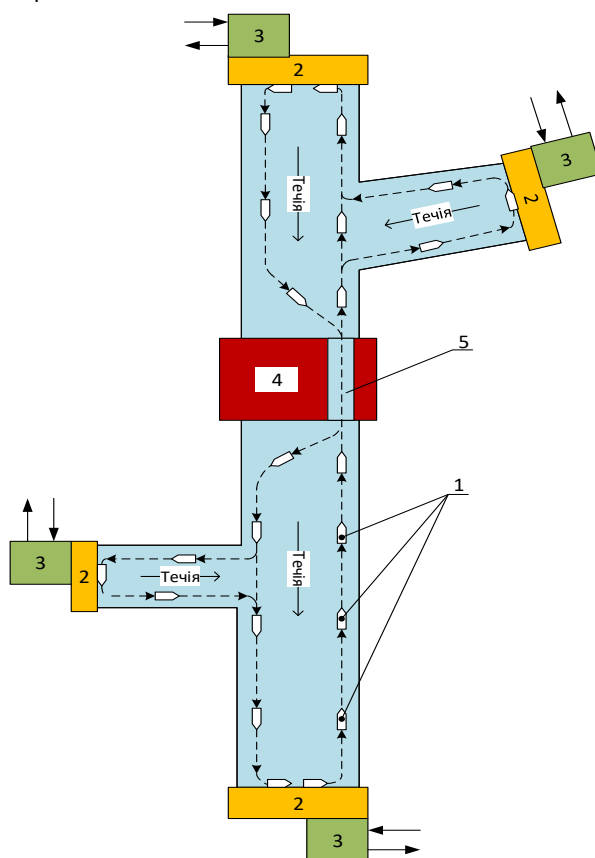
Розглянемо етапи проектування транспортної системи на основі безекіпажних надводних суден та їх економічне обґрунтування [2]:

1. Розробка ескізного проекту обов'язкова при проектуванні складних суден нових типів або суден спеціального призначення, коли необхідно обґрунтувати технічні рішення, що не піддаються досить точній оцінці без детальних проектних проробок. До такого випадку також належить проект створення БНС та транспортної системи на їх основі.

При цьому детально вивчаються передбачувані умови експлуатації судна, можливі варіанти технології навантаження, перевезення та вивантаження вантажів, вплив різних технічних рішень на експлуатаційно-технічні характеристики судна.

Необхідно зазначити що при створенні транспортних БНС очевидно є необхідність забезпечення їх складною інфраструктурою яка має бути також з високим ступенем автоматизації. Таким чином при визначенні обсягу інвестиційного фонду на створення БНС, необхідно враховувати створення супутніх автоматизованих систем: причалювання/відчалювання та швартування / відшвартування, вантажно-розвантажувальних робіт, автоматичної заправки паливом, внутрішнього портового транспорту та складів різного призначення при портах, диспетчерської та навігаційної підтримки для забезпечення безпеки руху значної кількості БНС по всіх ділянках внутрішніх водних шляхів України, зокрема їх шлюзування.

Схематично технологія транспортних перевезень з використанням безекіпажних суден внутрішніми водними шляхами представлена на рис. 2.



- 1 - транспортні БНС;
- 2 - автоматизовані пірси/причали з автоматизованими вантажними механізмами;
- 3 - автоматизовані склади та внутрішньо-портовий транспорт;
- 4 - плотина (дамба);
- 5 - шлюзи (суднопідіймачі).

Рис. 2. Транспортні перевезень з використанням безпечних суден внутрішніми водними шляхами

2. При розробці технічного проекту транспортної системи на основі БНС для внутрішній водних шляхів: детально розробляються конструктивні схеми, уточняється вагове навантаження, конкретизується комплектація судна механізмами і обладнанням, уточнюються кораблебудівні розрахунки, розробляється документація.

На стадії технічного проекту враховуються реальні можливості виробничих потужностей, постачання необхідного обладнання, марок і сортamentів матеріалів і т. п. в терміни будівництва.

3. Робоче проектування передбачає розробку робочих креслень і іншої документації, необхідної для побудови судна.

Таким чином, коло вирішуваних питань, а також ступінь повноти економічних обґрунтувань різні на кожному з розглянутих етапів проектування. Найбільш повно економічні дослідження, як правило, виконуються на II етапі - при обґрунтуванні основних характеристик нових типів судів і розробці технічних завдань на їх проектування. Однак було б неправильним недооцінювати роль економічних досліджень на наступних стадіях проектування. Експлуатаційно-технічні характеристики нових типів суден, отримані на перших етапах, коригуються на наступних стадіях, заснованих в свою чергу на початкових результатах обґрунтувань.

Практично не завжди вдається провести чіткий розподіл робіт за трьома названим етапам економічних обґрунтувань. Так, обґрунтування типів судів не тільки спирається на результати виконаних раніше проектних робіт і досвід, накопичений в світовій суднобудівній промисловості, а й включає в якості одного з важливих елементів проектні опрацювання по ряду рішень які є інтелектуальними надбанням країни будівельника. Відповідно результати аналізу обґрунтувань проектних рішень можуть позначитися як на виборі напрямів перспективного розвитку флоту, так і на розробці оптимального розподілу та реалізації капіталовкладень в майбутні інноваційні проекти. При цьому, на основі техніко-економічних обґрунтувань, відбувається послідовне наближення експлуатаційно-технічних характеристик нових типів суден до оптимальних значень.

Як показує світовий досвід [3], витрати на створення інноваційних продуктів з високою додатковою вартістю завжди перевищують початкові обчислення витрат. В залежності від складності проекту витрати можуть перевищувати початкові значення в 2 – 3 рази. З часом, при масовому або крупносерійному виробництві витрати зменшуються до прогнозованих і нижче.

Аналіз технічних характеристик складових елементів транспортної системи з використанням БНС дозволяє зробити висновок, що складність її інфраструктури значно перевищує складність її ключового елемента. Це визначає загальну структуру інвестиційного фонду з орієнтовним розподілом капіталовкладень що наведений в табл. 1.

Необхідно зазначити що створення інфраструктури передуює створенню самого транспортного засобу. Це означає, що основні капіталовкладення будуть спрямовані на початку впровадження транспортної системи але значні обсяги капітального будівництва визначатимуть довгостроковість даного етапу.

Таблиця 1.

Орієнтовний розподіл інвестиційного забезпечення на створення транспортної системи на основі БНС

Найменування проекту	Обсяг інвестицій, %
1. Проектування та створення автоматизованого пірса з вантажними механізмами та транспортером, а також системою автоматичної заправки БНС	60-70
2. Проектування та створення системи шлюзування на основі існуючих гідротехнічних споруд	15-20
3. Проектування та створення автоматизованих складів різного призначення з приєднанням до інших транспортних систем	10-15
4. Проектування та створення системи диспетчеризації та навігації	5-10
5. Проектування та створення транспортних БНС	10-15

1. Транспортна система на основі БНС для внутрішній водних шляхів України може виявитись стимулятором економічного розвитку України та Європи в цілому.

2. Визначення обсягу інвестиційного фонду нового технічно складного продукту носить ітераційний характер і корегується у відповідності до етапів проектування.

3. Основні капіталовкладення будуть на початковому етапі реалізації транспортної системи при чому значні обсяги капітального будівництва в цей термін визначатимуть її довгострокову реалізацію.

4. В залежності від складності проекту витрати можуть перевищувати початкові значення в 2 – 3 рази.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] ГП «Український науково-дослідницький і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації і якості» (ГП «УкрНИУЦ»). (2006). ДСТУ ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Общі положення. С зміною № 1 (ГОСТ 2.001-93, IDT). Київ: Вектор Плюс.
- [2] Краєв, В.І. (1981). Економічне обґрунтування при проектуванні морських вантажних судів. Л.: Судостроєння.
- [3] Бреслав, Л.Б. (1982). Техніко-економічне обґрунтування засобів освоєння Світового океану. Л.: Судостроєння.

I. Nadtochii, V. Nadtochii, H. Ohor

MECHANISM OF INVESTMENT SUPPORT OF THE TRANSPORT SYSTEM PROJECT BASED ON UNCAVATED SURFACE VESSELS

In modern economic conditions, projects of innovative products are usually implemented by a group of stakeholders who are willing to take risks at their own expense. Therefore, determining the degree of risk and the volume and structure of investment in the creation of complex technical systems is an urgent task. For the project of a transport system based on unmanned surface vessels, this applies in full, as the previous and subsequent comprehensive economic justification is a necessary condition for its success.

Keywords: Unmanned vehicle, economic feasibility study, transport system, innovative product, investment fund.

UDC 339.9

THE PLACE AND ROLE OF MARITIME TRANSPORT IN THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SECTOR OF THE ECONOMY OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF EUROPEAN INTEGRATION

**Hryshyna L., Ph.D., Professor, Karas P., Ph.D., Professor,
Ilnytskyi V., aspirant
Mykolayiv, Ukraine
0000-0002-3099-1453, 0000-0002-4454-4371**

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The place and significance of maritime transport as a component of the transport sector of Ukraine's economy in the conditions of European integration are studied. Modern tendencies of functioning of domestic maritime transport sphere are revealed. Recommendations for intensifying the use of maritime transport in ensuring the development of the transport sector of Ukraine in the context of European integration have been formed.

Key words: maritime industry, transport sector, maritime transport, development, European integration.

In the difficult transformational conditions of the national economy, integration into the European Union for Ukraine is one of the opportunities to overcome technological backwardness and modernization of production, attract foreign investment and new technologies, increase the competitiveness of domestic producers, increase own potential, including the transport sector. Today, the realities of the functioning of the transport complex of Ukraine indicate its inconsistency with the growing needs in the movement of goods, the requirements of European standards of quality of transport services. Examining the functioning of the domestic maritime sector, it should be noted that under the pressure of general unfavorable economic conditions, Ukraine is losing leadership in servicing export-import maritime cargo flows, and due to the high level of wear and tear of maritime transport production potential accelerates competitiveness.

The purpose of this work is to determine the place and importance of maritime transport as a component of the development of the transport sector of Ukraine on the path of European integration.

The Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other, provides for the expansion and strengthening of Ukraine's cooperation with the EU in the field of transport to promote stable transport systems, efficient and safe transportation and strengthening of basic transport connections between the territories of the Parties to the Agreement [1].

It should be noted that the integration of the transport sector of Ukraine and the EU and, consequently, obtaining a synergetic effect from this process is complicated by many problems that need to be addressed in a timely manner. Among the common problems are the different levels of development of the transport sector of Ukraine and most EU countries.

Depreciation of fixed assets in the maritime sector, outdated technologies of loading and unloading, inconsistency of port capacity with the structure of modern cargo flows, unsatisfactory level of guarantee of safety of cargo and their timely processing result in low volumes of sea transport. As a result, the state is short of funds that could be used to develop maritime transport infrastructure, increase the competitiveness and investment attractiveness of Ukraine as a maritime state [3].

A study of world experience in the operation of transport systems shows that in countries such as Germany, China, Great Britain, an important role belongs to maritime transport, the volume of freight traffic which is growing every year. Unfortunately, in these indicators, Ukraine significantly loses to China almost 70 times, Britain - more than 30 times, and even Russia - almost 6 times.

According to statistics, sea freight traffic has more than tripled in the last twenty-five years. In 2017 in the structure of the transport complex of Ukraine the share of maritime transport in the average number of employees is 0.4% (in 2010 - 1.2%), in the export of transport services - 10.4% (in 2010 - 15.6%) (table. 1) [5].

Table 1. Dynamics of indicators of the maritime transport sector of the economy of Ukraine

Indicator	Years									
	2010		2015		2016		2017		2018	
	amount	(%)	amount	(%)	amount	(%)	amount	(%)	amount	(%)
Freight turnover, total, billion tkm, including	418,7	100	334,7	100	344,2	100	364,2	100	361,3	100
-maritime transport	3,6	1,2	3,9	1,1	2,5	0,7	2,9	0,8	1,8	0,5
-river transport	1,7	0,9	1,6	0,5	1,5	0,4	1,4	0,4	1,6	0,4
Export-import of transport services, Exports, million US dollars										
-of them maritime transport services	7835,2	100	5263,2	100	8300,5	100	5861,4	100	5851,4	100
Imports, million USD	1234,3	15,6	735,9	14,0	661,6	8,0	612,1	10,4	523,3	15,2
-of them maritime transport services										
	1178,9	100	1153,3	100	989,2	100	1213,1	100	1464,8	100
	143,0	12,2	191,7	16,6	141,2	14,3	222,8	18,4	222,7	11,2

Note. * - Transport, warehousing, postal and courier activities

As in other activities of the transport sector of Ukraine's economy, one of the main reasons for this crisis in maritime transport is the lack of its own financial resources and lack of funds for public funding for the development of the maritime industry as a whole. According to the Seaports Administration of Ukraine (AMPU), in the first half of 2019 increased capital investment in port infrastructure, funding for projects to maintain passport depths in domestic ports and fleet repairs increased 1.6 times. Such positive changes are encouraging for the intensification of maritime transport.

It should be noted that in 2017 AMPU joined the European Seaports Organization (ESPO) as a supervisor. Such cooperation is provided by the legal framework, the main component of which is the Association Agreement between Ukraine and the European Union, which introduces conditions for strengthening economic and trade relations. lead to the gradual integration of Ukraine into the internal European market [6].

Great hopes for the revival of maritime transport are directed to the activities of the Maritime Administration, the main tasks of which are: implementation of state policy in the field of maritime and river transport, merchant shipping, navigation and hydrographic navigation, state control over safety, and the formation of a financing mechanism maritime industry and its infrastructure.

An important event in the economic space of Ukraine was the holding in October 2019 of the First Investment Forum "RE: THINK invest in Ukraine" under the auspices of the President of Ukraine Volodymyr Zelensky. Among the 120 investment projects should be noted 2 projects to intensify maritime transport, namely the Concession projects of

the Specialized Seaport "Olvia" and the Kherson Sea Commercial Port. In particular, the essence of the investment project for the Specialized Seaport "Olvia" is as follows:

- transfer of state property to a private partner-concessionaire for a period of 35 years;
- carrying out activities in the field of construction and operation of seaports;
- a prerequisite for the project is the construction by the concessionaire of a grain terminal for 2 million tons per year.

Thus, European integration is the main and constant foreign economic priority of Ukraine, the implementation of which in the transport sector will increase traffic through international transport corridors located in Ukraine, improve the export of Ukrainian goods, attract national carriers to transport transit cargo between Europe and Asia. By joining the multimodal Transport System, Ukraine should intensify the use of innovative technologies in the transportation process, the use of a logistical approach that will increase the volume and intensity of cargo transportation by sea, expand the market of transit services, increase the competitiveness of the domestic maritime industry as a whole.

REFERENCES

- [1] Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part (Chapter V, Chapter 7 Transport). Retrieved from http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/984_011?test=4/UMfPEGznhaP1.ZixKBnfzHI4s.s80msh816
- [2] Kotlubay O.M. (2004) Economic mechanisms of commercial shipping development in Ukraine: scientific monograph. Odessa: IPREED NAS of Ukraine, 453 p.
- [3] Irtysheva I.O., Stroiko T.V. (2014) Strategic guidelines of the development of logistics infrastructure in THE sea-farming complex of Ukraine. Collection of scientific works of NUS. Nikolaev: NUS № 1(451). P. 12-17.
- [4] Makogon Yu.V. (2010) Ukraine - a maritime state: Monograph [Yu.V. Makogon, A.F. Bald, G.G. Garkusha, A.V. Georgian; under ed. Yu.V. Makogon]. - Donetsk: Izd-vo "Knowledge" (Donetsk branch) 391 p.
- [5] Official site of the State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>
- [6] Official site of the Seaports Administration of Ukraine. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/>

Гришина Л.О., к.е.н., професор, Карась П.М., к.е.н., професор, Ільницький В.В., аспірант

МІСЦЕ І РОЛЬ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ У РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

Анотація. Досліджено місце і значення морського транспорту, як складової транспортного сектору економіки України в умовах євроінтеграції. Виявлено сучасні тенденції функціонування вітчизняного морської транспортної сфери. Сформовано рекомендації щодо активізації використання морського транспорту у забезпеченні розвитку транспортного сектору України в умовах європейської інтеграції.

Ключові слова: морська галузь, транспортний сектор, морський транспорт, розвиток, європейська інтеграція

УДК336.13

ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Єфімова Ганна Вікторівна, д.е.н., професор НУК, Пащенко Олексій Вікторович, к.е.н., доцент, Клісяк Марія Дмитрівна, викладач

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

hanna.yefimova@nuos.edu.ua, 0000-0001-5271-2913

oleksiy.pashchenko@nuos.edu.ua, 0000-0001-9513-8632

klisiak.mariia@nuos.edu.ua, 0000-0002-9321-6796

Анотація. Охарактеризовано роль фінансової безпеки регіонів України в умовах децентралізації. Досліджено вплив реформи децентралізації на зростання місцевих бюджетів та виконання власних доходів місцевих бюджетів. Визначено фактори фінансової безпеки регіонів, що дозволить в перспективі системно оцінювати ефективність фінансових рішень органів місцевого самоврядування.

Ключові слова: фінансова безпека регіонів, фінансова децентралізація, соціально-економічна система, реформа децентралізації, фінансова система.

Реформа децентралізації, запроваджена в Україні в 2014 році, на сьогодні має безперечні позитивні наслідки щодо перерозподілу прав, відповідальності та фінансування розвитку з загальнодержавного рівня на місцевий. Разом з тим, під час реформи формуються нові види ризиків і загроз, або трансформуються зі зміною рівня влади. При цьому фінансова політика та результати її реалізації повинні відповідати загальнонаціональним інтересам. Це викликає необхідність застосування спеціальних методів та інструментів забезпечення фінансової безпеки регіонів в процесі реалізації політики децентралізації.

Поняття «фінансова безпека» трактується як «створення умов сталого, надійного функціонування фінансової системи країни, держави, регіону, які запобігають виникненню фінансової кризи, дефолту, деструкції фінансових потоків, збоїв в забезпеченні основних учасників економічної діяльності фінансовими ресурсами, порушенню стабільності грошового обігу» [1].

Фінансову безпеку слід розглядати не як стан, а як сукупність компонентів фінансової системи, спосіб взаємодії яких створює сприятливі фінансові умови для функціонування соціально-економічної системи.

Концепція забезпечення національної безпеки у фінансовій сфері, затверджена КМУ включає такі елементи:

- елементи безпеки в бюджетній сфері;
- сфері управління державним боргом, гарантованим державою боргом та боргом корпоративного сектору;
- податковій сфері;
- сфері фінансів реального сектору економіки;
- банківській сфері;
- сфері валютного ринку та у сферах функціонування фондового ринку та небанківського фінансового сектору. [2].

Фінансова безпека регіонів характеризується такими показниками результативності регіональної політики: борги, бюджет в цілому, інвестиції в регіоні, страховий ринок, податки, соціальний сектор.

Реформа децентралізації впроваджується з 2014 року, за цей період можна відслідкувати динаміку доходів місцевих бюджетів (Рис 1).

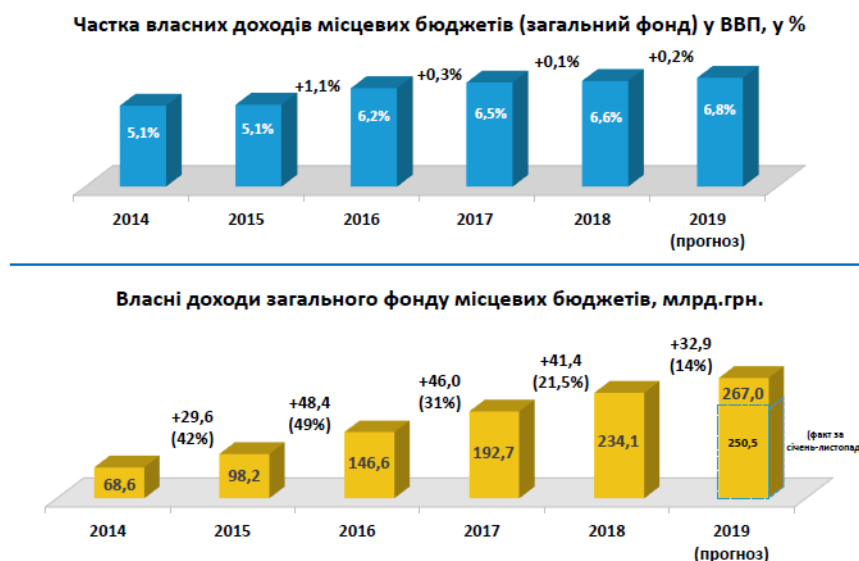


Рис. 1 Результати фінансової децентралізації зростання місцевих бюджетів (2014-2019роки) [5]

На рисунку 1 ми можемо бачити збільшення власних доходів загального фонду місцевих бюджетів на 14%, порівнюючи з 2018 роком, а частка доходів місцевих бюджетів зросла на 2%.

На рисунку 2 зображено динаміку росту виконання власних доходів місцевих бюджетів за січень 2019 року, порівняно з січнем-листопадом 2018 року. Як ми бачимо, у 2019 році місцеві бюджети України збільшились на 17,8%, а бюджети міст обласного значення збільшились у 2019 році на 18,8%.

Виконання власних доходів місцевих бюджетів за січень – листопад 2019 р., порівняно з січнем – листопадом 2018 р., млрд. грн. (%)

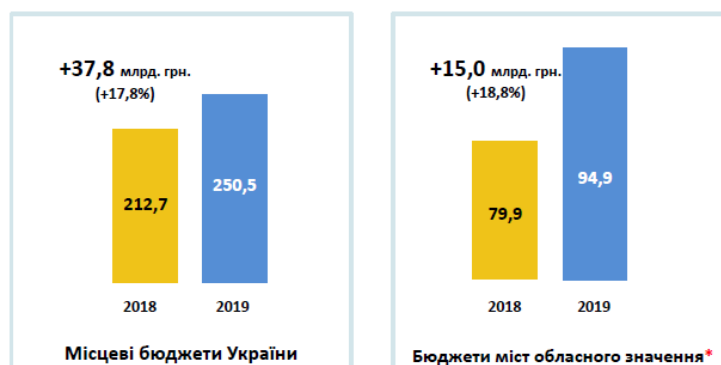


Рис. 2 Результати фінансової децентралізації виконання власних доходів місцевих бюджетів [5]

Все це разом призводить до зростання ролі управління фінансовою безпекою, бо зі зростанням доходів зростає і відповідальність місцевих бюджетів і зростають ризики та загрози.

Існує багато факторів, які не дають фінансовій безпеці регіону бути стабільною. До основних ризиків та загроз фінансової безпеки регіонів можна віднести неправильну фінансово-економічну політику; зловживання службовими обов'язками структурними підрозділами, недостатній контроль за розподілення фінансами, недостатньо компетентне управління фінансами, нерациональне використання фінансів.

Тобто, формування теорії фінансової безпеки регіону в умовах децентралізації тісно пов'язано із теоріями державного управління, економічного розвитку та децентралізації (регіоналізації). Теорії державного управління обґрунтовують теоретичний базис впливу держави на фінансову безпеку регіонів країни та їх розвиток. Як представник місцевої громади органи місцевого самоврядування діють від імені держави. Тобто в умовах децентралізації на сьогодні в Україні фінансова політика регіонів не є цілком незалежною і автономною. Державні органи можуть ефективно впливати на діяльність органів місцевого самоврядування та регіональну фінансову політику, визначати діапазон делегованих на місцевий рівень повноважень [3].

Фінансова безпека регіонів в умовах децентралізації – складний та необхідний елемент фінансової безпеки всієї держави. Оцінка фінансової безпеки регіону дає змогу знайти можливі ризик та загрози, які можуть виникнути в майбутньому. В умовах децентралізації місцеві органи влади повинні підтримувати сприятливий інвестиційний клімат, доступність банківських продуктів та страхових послуг, забезпечувати рівномірний поділ фінансів та направляти їх в потрібну сферу, тобто приймати компетентні управлінські рішення та здійснювати необхідні заходи, направлені на забезпечення фінансової безпеки регіонів. Підвищення фінансової безпеки всіх регіонів України, в свою чергу забезпечить фінансову стабільність держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Neshko R., Matviychuk V. The concept of national financial security and methods of its evaluation / R. Neshko, V. Matviychuk // ECONOMIC AND LAW PARADIGM OF MODERN SOCIETY. – 2016. – Р. 84-93.
2. Про схвалення концепції забезпечення національної безпеки у фінансовій сфері. Розпорядження КМУ №569-р від 15.08.2012 р. / Урядовий кур'єр. від 12.09.2012 - №164
3. Б. Ю. Мальований Концептуальні положення фінансової безпеки регіонів в умовах децентралізації Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія „Економічні науки”. № 1. 2019
4. Onyshchenko S.V. The Threats of Ukraine Financial Security: Identification and Systemization / S.V. Onyshchenko, O.A. Maslii, A.P. Maksymenko // Економіка і регіон : наук. вісн. ПолтНТУ. – Полтава : ПолтНТУ, 2019. – № 2 (73). – С. 73 –80.
5. Моніторинг процесу децентралізації влади та реформування місцевого самоврядування [Електронний ресурс] / Доступ до ресурсу: <https://decentralization.gov.ua/mainmonitoring>

[Hanna Yefimova, Oleksiy Pashchenko, Mariia Klysiak](#)

FINANCIAL SECURITY OF THE REGIONS OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF DECENTRALIZATION

Text of the annotation. The role of financial security of the regions of Ukraine in the conditions of decentralization is characterized. The influence of decentralization reform on the growth of local budgets and

the implementation of local budget revenues is studied. Factors of financial security of regions are defined that will allow to estimate systematically efficiency of financial decisions of local governments in the future.

Keywords: financial security of regions, financial decentralization, socio-economic system, decentralization reform, financial system.

УДК 339.5.053.7

BENEFITS AND DIRECTIONS OF MARINE ECONOMY DEVELOPMENT IN UKRAINE

Filipishyna Liliya, Doctor of Economics, Professor of PF NUS, (ontariofilpi@ukr.net)

Pavlovskaya Nataliya, teacher Pervomaisky Vocational College of NUS, (pavlovskanatalia94@gmail.com)

The existence of mankind is inconceivable without the constant and multifaceted use of the seas. Annually, ships carry tens of millions of passengers, up to 90% of the world's foreign trade cargo, extract more than 80% of human consumption of fish, seafood, marine animals, carry out mass production of oil, gas and other minerals, conduct important research, including those related to weather forecasting and the occurrence of abnormal natural phenomena, provide maritime towing, icebreaking and pilotage, maritime tourism, sports and other activities. Marine vessels are the main means of combating marine pollution.

Ukraine's geographical location contributes to the development of its transport potential, integration into the world transport system, primarily as a country that has the ability to ensure the transit of goods through the center of Europe by the shortest route.

In the current conditions of revival and intensification of the maritime complex of Ukraine, which is due to the growth of trade and transportation carried out by sea, restoration and establishment of liner shipping, there is a growing interest in the maritime economy.

Thus, the aim is to study the current state of the maritime complex of Ukraine and determine the directions of its development in ensuring sustainable development of the country.

Among the numerical definitions of economics related to a particular scientific field, we will focus only on one thing: activities related to the formation of material living conditions of people. Given its scale, distinguish the economy of the world or individual states, regions, cities, areas of management (eg, maritime transport, agriculture, shipbuilding, etc.). During the discussions that take place in professional communities (scientific and business), the "economy of the sea" or the "maritime economy" is increasingly mentioned.

They reached their apogee before and immediately after the adoption in 2009 by the Cabinet of Ministers of the "Maritime Doctrine of Ukraine for the period up to 2035", but (except with less intensity) continue to this day. The authors of this document, by the way, without directly applying the term in question, nevertheless actually defined its content: the process of benefiting from the use and expanded reproduction of natural resource potential of the Azov and Black Seas, Kerch Strait and other parts of the World Ocean to meet needs of man and society.

Among the factors that create the natural foundation of the maritime economy in Ukraine are its extremely favorable geographical location, the length of sea borders and the area of water space [1]. The length of the coastline of the Black and Azov Seas reaches a total of 2782 km. According to this indicator (Table 1), we are inferior to the United States, Greece, and Turkey, but ahead of Portugal and Poland.

Table 1.

Coastline length (DBL) of some states, km [2]

Countries	USA	Greece	Turkey	Portugal	Poland
DBL	19924	13676	7200	1793	491

Victory of democratic forces in Ukraine and development of active political and economic cooperation with the European Union, resumption of dialogue on NATO accession in the conditions of temporary occupation of the territory of Ukraine by the Russian Federation, aggression of the Russian Federation against Ukraine and its attempts to redistribute spheres of control over the Azov and Black Seas. Acceleration of the process of the state's exit from the long-lasting systemic crisis requires updating the directions of Ukraine's development as a maritime state.

At the present stage of Ukraine's formation, the factor of establishing it as a maritime state, based on its spatial and geophysical features, place and role in the global and regional system of international relations, acquires special significance. Ukraine has gained the status of a maritime state, having made a significant contribution to the

development of navigation and the study of the oceans, as well as due to the favorable geographical location, in particular, the length of the coast and the area of water space.

Ukraine has the largest among the states of the Azov-Black Sea basin length of the sea coast (2759.2 kilometers) and more than 72 thousand square meters. kilometers of exclusive maritime economic zone.

A significant part of the national gross domestic product is formed by five regions of Ukraine, which have access to the sea and occupy about 27 percent of its territory. The majority of the population in their territory lives at a distance of not more than 60 kilometers from the sea and is closely associated with maritime activities.

As a result of the temporary occupation by the Russian Federation, Ukraine is deprived of the opportunity to use a significant part of its naval potential, national property, including maritime transport and energy infrastructure on the shelf of the Black and Azov Seas, maritime education and science, economic relations between enterprises, and also to carry out maritime activities in the waters adjacent to the temporarily occupied territory of Ukraine. The estimated cost of losses, except for private business, is an amount equal to the annual gross domestic product of Ukraine [3].

Ukraine has favorable conditions for the development of maritime activities, but the negative impact of processes characteristic of the entire economy, exacerbates a range of economic, social and other problems, leads to a sharp decline in production in maritime activities.

Based on spatial and geophysical features, place and role in the global and regional system of international relations, Ukraine must adhere to international standards of maritime safety and protection of ships and ports. The implementation of international law requires a well-structured system of maritime safety and security of ships and port facilities, which has adequate organizational, human and material resources and a modern legal framework. To increase the efficiency of this structure, it is necessary to improve the existing regulatory framework, eliminate conflicts in the legislation, to take effective measures to strengthen ties between the subjects of the maritime governance system.

Seaports are one of the most important connecting links of the national transport and production infrastructure with European and world. Ukraine has the most powerful port potential among all Black Sea states. There are 13 sea trade ports on the Black and Azov Seas. The berth front of seaports has a total length of about 40 kilometers.

Due to the reduction in the volume of traffic in recent years, the seaports of Ukraine have reserves of processing capacity of about 50 percent.

Businesses operating in the seaport are generally profitable, but need to attract investments (for dredging, construction of modern coastal and raid terminals, upgrading of transshipment equipment, port infrastructure) worth more than 3 billion US dollars, so it is necessary create favorable conditions for effective investment in the economy.

Today in Ukraine there are seven large shipyards, nine enterprises of ship engineering, marine instrumentation and electrical installation, several dozen medium and small shipbuilding and ship repair plants, 15 research institutes and design bureaus. Shipbuilding is mainly focused on the execution of external orders (more than 80 percent of products are exported). Currently, the main obstacle that prevents Ukrainian shipowners from building and purchasing new domestic vessels is the taxation of operating profits, the payment of value added tax and duties on vessels built or purchased. World experience shows that the introduction of international registration of ships with a special tax regime contributed to the concentration of the fleet under the national flag: in Denmark - by 97 percent, Turkey - by 84 percent, Portugal - by 83 percent, France - by 81 percent, in Italy - by 70 percent [4].

As a result of the temporary occupation of part of the territory of Ukraine by the Russian Federation, the Naval Forces of the Armed Forces found themselves in an extremely difficult situation. The National Fleet has almost lost more than 80 percent of its assets and capabilities, suffered significant personnel and material losses. But in the shortest possible time, the capabilities of the Marines and coastal artillery were restored and significantly increased. Measures are underway to build a ship's depot, namely multi-purpose corvettes and anti-ship missile systems, small armored artillery boats.

Marine aquatic bioresources are the most important for coastal regions, and fisheries play a significant role in providing the population with food, the national economy with raw materials, as well as in the reproduction of natural resources and increasing employment.

Over the last ten years, the catch of aquatic bioresources has decreased by almost 2.5 times, mainly due to the transfer of fishing vessels for rent and change of flag, as well as the temporary occupation of the territory of Ukraine.

The ecological condition of the Azov and Black Seas remains extremely unsatisfactory. Volumes of pollutant discharges in Ukraine alone annually reach about 350 thousand tons. The level of sea water pollution in some coastal areas exceeds the maximum allowable concentrations of petroleum products, phosphorus and phenols by an average of five times, which causes the death of animals and plants.

Significant mineral reserves have been explored on the Ukrainian shelf of the Black and Azov Seas, in particular up to 1583.5 billion cubic meters. meters of natural gas and up to 409.8 million tons of crude oil, which is more than 30 percent of the total hydrocarbon reserves of Ukraine. At the same time, only 4 percent of them were extracted, while up to 70 percent of the explored hydrocarbon reserves were extracted from onshore deposits. Significant areas of coastal and marine waters are protected at 20 objects of nature reserve fund of national importance, including water and biological lands of international importance.

The presence of attractive and diverse landscapes, sources of mineral waters and mud creates all the conditions for the formation of a highly developed industrial recreational and tourist complex. However, the medical and health base, as well as especially valuable and unique natural healing resources are not used effectively enough. The material and technical base of recreational and tourist institutions, the range and quality of services do not meet international standards, which reduces the competitiveness of the region in the international market of these services.

Ukraine is one of the largest countries - suppliers of highly skilled labor to the world labor market, including seafarers. Given the significant reduction in the number of ships flying the Ukrainian flag, the high level of intra-industry unemployment, external labor migration is in fact the only opportunity for Ukrainian sailors to work in the profession, maintain the appropriate level of qualification and maintain professional suitability [3].

Merchant shipping should occupy one of the leading places in the national economy given the geographical, natural and climatic conditions, the presence of an extensive transport system, the potential of seaports, inland waterways, shipbuilding and ship repair, human, scientific and educational potential, the prospects for growth trade in sea and river transport and the need to take into account the consequences for the environment.

Areas of revival and development of merchant shipping are:

- formation and implementation of a consistent state maritime policy aimed at establishing Ukraine as a maritime state;
- development of a comprehensive strategy for the development of the maritime industry, in particular merchant shipping, taking into account the results of economic and legal analysis of global trends in the field, as well as coordination of this strategy with the goals and objectives of the National Transport Strategy of Ukraine until 2030. May 30, 2018 № 430 (Official Gazette of Ukraine, 2018, № 52, p. 1848), and the Strategy for the Development of Seaports of Ukraine for the period up to 2038, approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 11, 2013 № 548 (Official Gazette of Ukraine, 2013, № 61, p. 2194) [4];
- improving the legal framework on maritime transport by implementing and fully implementing international conventions in the field of shipping to which Ukraine is a party, acceding to new international agreements in this field, as well as bringing the Merchant Shipping Code of Ukraine, the Water Code of Ukraine, the Land Code of Ukraine , Laws of Ukraine "On Transport", "On Seaports of Ukraine", "On Fisheries, Industrial Fisheries and Protection of Aquatic Bioresources", "On Basic Principles of State Supervision (Control) in the Sphere of Economic Activity" and other acts of legislation in accordance with international -legal regime of navigation; comprehensive legislative regulation of the functioning of inland water and sea transport through the adoption of the Law of Ukraine "On Inland Water Transport";
- revival of the competitive Ukrainian merchant fleet by providing legislative support to Ukrainian shipping companies and business entities engaged in fisheries activities, application of economically justified tax and customs regimes of shipping and shipbuilding, in particular the tax regime that corresponds to the tax conditions of European countries. regime in accordance with the recommendations of the World Customs Organization; replenishment of the merchant fleet with vessels that meet modern standards of safety, economy, energy saving, environmental friendliness; combating substandard shipping, maintaining a high level of protection for crews, passengers and the marine environment; reduction of greenhouse gas emissions from ships;
- development of advanced technologies of multimodal transportation and transshipment of goods with the participation of different types of transport (sea, river, road and rail);
- significant intensification of Ukraine's participation in the International Maritime Organization, the International Labor Organization, other international organizations in the field of merchant shipping;
- development of mechanisms for full and timely implementation of international agreements and Ukraine's accession to new international agreements in the field of merchant shipping, defined by the Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other ;участь у реалізації проєктів програми TRACECA, що стосуються транспортної інфраструктури у Чорноморському регіоні;
- significant intensification of Ukraine's participation in the implementation of maritime transport development programs of the Black Sea Economic Cooperation Organization, as well as the interaction of this

organization with the European Union; supporting the interest of the European Union in the activities of the Black Sea Economic Cooperation Organization;

- participation in the implementation of projects related to the use of transport infrastructure in the Black Sea region and aimed at creating a well-functioning transit transport bridge that will connect the countries of Europe and Asia; further development of a new direction of the "Great Silk Road" - the Trans-Caspian International Transport Route (TMTM) in cooperation with other countries of the Black Sea Economic Cooperation (Turkey, Bulgaria, Georgia, Azerbaijan and Romania); implementation of the multilateral project "Three Seas - One Hundred Roads", which provides for the organization of multimodal transportation between the regions of the Baltic, Black and Caspian Seas on several transportation routes;

- development and implementation of a comprehensive program for the development of navigation on inland river waterways, increasing the volume and reorientation of cargo flows to seaports from highways to inland waterways;

- modernization of river paths and locks of the Dnieper cascade, hydroelectric power plants;

- development and implementation of a transparent system of financing activities for the implementation of Ukraine's international obligations in the field of merchant shipping, including the maintenance of the Maritime Administration at the expense of the administrative port fee and other sources in accordance with their purpose;

- development of components of the state navigation safety management system (navigation and hydrographic support of navigation, pilotage and traffic control, maritime communications, vessel identification, search and rescue at sea, protection of ships and port facilities, training, retraining and certification of seafarers, other specialists in maritime transport, control of the port state and the flag state, fulfillment of other international obligations of Ukraine in the field of merchant shipping safety);

- creation of a system of movement of Ukrainian ships of the European standard and its further integration into SafeSeaNet;

- significantly increase the level of efficiency of state supervision over maritime safety, avoid duplication of functions of relevant bodies, ensure their real independence from the administrations of seaports of Ukraine, other business entities, ensure adequate funding; improving the efficiency of recognized organizations that carry out technical supervision over the implementation of the requirements of international agreements on the protection of human life and pollution prevention on ships;

- improving the legislative and organizational framework for the operation of merchant shipping based on the results of the investigation of maritime accidents at the national level and taking into account international experience;

- increasing the level of safety of navigation and protection of ships, crews, passengers and cargo; implementation, taking into account the experience of coordination and information centers in the European Union, measures on safety at sea, cross-border cooperation aimed at preventing the risks posed by heavy maritime traffic, emissions from ships, accidents at sea and illegal maritime activities;

- introduction of a unified model of organization of performance of functions on safety of navigation on sea and river waterways, in sea and river ports, development of modern technologies of control over parameters of safety of navigation in water area, hydraulic engineering constructions, pollution prevention. Separation of maritime safety functions from functions related to state supervision and control;

- preservation of human resources of Ukrainian seafarers at a competitive world level through proper implementation of the requirements of the International Convention on Training and Certification of Seafarers and Watchkeeping, the International Convention on Standards of Training, Certification of Fishing Vessels and Watchkeeping 1995, harmonization of national standards on knowledge and specialties, which provide training for higher education, in accordance with these conventions; implementation of special training and advanced training of team members in higher educational institutions;

- development and implementation of a comprehensive plan for updating the human resources potential of maritime transport in accordance with the innovative model of development of the maritime industry, the restoration of the system of postgraduate training; ensuring high social standards for seafarers;

- support and dissemination of maritime traditions in society, promotion of maritime activities, ensuring respect for maritime transport workers on the example of maritime states with the highest assessment of the World Economic Forum on the quality of port infrastructure;

- providing the regime of the greatest assistance to investment in maritime and inland water transport and ensuring the protection of investors' rights at the legislative level [3].

Sustainable development of seaports connecting the transport and road complex of Ukraine with the world transport and logistics system is a necessary condition for the advanced development of multimodal logistics model of

cargo delivery, organization at the modern technological level of global and local freight flows, development, implementation and improvement organizational and legal models of public-private partnership, investment mechanisms, transport service, based on the best world experience.

Creating conditions for attracting foreign investment, preserving, developing and effectively using the high production, scientific, technical and export potential of the shipbuilding industry, as well as increasing the production of Ukrainian enterprises to ensure the economic interests of the state should be an important factor in Ukraine's development as a maritime state. merchant shipping, as well as a powerful incentive for the development of coastal regions, improving their socio-economic status.

Creating favorable conditions for the extraction of natural energy resources on the shelf of the Black and Azov Seas, the development of pipeline and port infrastructure for their transportation and supply is an important factor in the economic development of the state, its energy independence. To do this, it is necessary to significantly increase the investment attractiveness of the Ukrainian shelf, improve economic and fiscal policies for oil and natural gas production, as well as approve the strategy of development of hydrocarbon resources in the Ukrainian sector of the Black and Azov Seas [4].

Given the above, the importance of all types of marine resources will grow, and the effectiveness of state maritime policy depends on the sovereignty and territorial integrity of Ukraine, its economic and energy independence, sustainable development and integration into the Euro-Atlantic political, economic, legal and security space.

LIST OF SOURCES

1. Parsyak V. Maritime economy as a factor in the rise of the country / V. Parsyak // Economist. - 2014. - № 5. - P. 3-5. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econ_2014_5_4
2. Coastline of the world [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.yestravel.ru/world/rating/geography/coastline/>
3. Gryshyna L.O., Karas P. M., Filipishyna L.M. Tendencies, problems and prospects of the marine economy complex of Ukraine in the condition of european integration development // Scientific Bulletin of Uzhhorod National University: series: International economic relations and world economy / chapter. ed. M.M. Palinchak. - Uzhhorod: Helvetika, 2019. - Vip. 24, №Ch.1. - P.131-135.
4. "On Amendments to the Maritime Doctrine of Ukraine for the period up to 2035" Resolution, Cabinet of Ministers of Ukraine, from 18.12.2018 № 1108, <https://ips.ligazakon.net/document/view/KP181108>

УДК 627 (477)

ЧИННИКИ РОЗВИТКУ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Тубальцева Н.П., к.е.н., доцент,

natalia.tubaltseva@nuos.edu.ua

ORCID ORG: 0000-0003-0065-8577

Трунин К.С., к.т.н., доцент,

trunin.konstantin.stanislaw@gmail.com

ORCID ORG: 0000-0001-6345-6257

Тубальцев А.М., доцент

anatoliy.tudaltsev@nuos.edu.ua

ORCID ORG 0000-0002-5453-8388

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова Україна, м. Миколаїв

Анотація. Тези присвячені розвитку морегосподарського комплексу України. Приведено визначення і складові морегосподарчого комплексу. Виявлені чинники, які впливають на функціонування комплексу. Показано, що Україна має достатній потенціал для розвитку окремих складових морегосподарського комплексу.

Ключові слова: морегосподарський комплекс, чинники, інфраструктура, транспорт.

Вступ. Проблема вивчення та господарського освоєння Світового океану, морів та внутрішніх водойм отримала глобальний характер у ряді морських держав і зведена в ранг національної проблеми. Націоналізація шельфів, поширення суверенітету приморських держав на ресурси прибережних зон, міжнародні угоди по використанню дна Світового океану – все це слугує новим стимулом для подальшого розвитку морегосподарського комплексу. Під морегосподарським комплексом України ми розуміємо – сутність галузей

економіки держави, які приймають участь у переробці ресурсів Чорного і Азовського морів, Світового океану та галузей, які забезпечують їх діяльність[1].

Вивчення літературних джерел показало, що морегосподарський комплекс України ототожнюють з морським та річковим транспортним комплексом, портовою діяльністю, суднобудуванням та судноремонтом, рибальством, воєнно-морськими силами [2-5]. На нашу думку, до морегосподарського комплексу необхідно відносити: і марикультуру (аквакультури), і видобуток корисних копалин на морському та річковому шельфі, і курортно-рекреаційний комплекс, і навчальні заклади для підготовки кадрів.

Для визначення пріоритетних напрямків функціонування морегосподарського комплексу України необхідно визначити чинники, які обумовлюють розвиток морегосподарського комплексу, для того, щоб вирішити, які складові комплексу найбільш рентабельні для нашої держави.

Метою дослідження є визначення чинників розвитку морегосподарського комплексу України.

Основна частина. Світовий океан – водна оболонка земної кулі, що розділяє сушу на материки й острови – займає 70,8% земної поверхні [6] і перебуває в тісній і безперервній взаємодії з атмосферою й землею, що визначають його особливості. Як складна динамічна система Світовий океан є об'єктом вивчення окремих наук і джерелом для багатьох видів діяльності.

Основними чинниками, які впливають на функціонування морегосподарського комплексу, як складову економіки країни є:

1. Географічне положення країни. Від географічного місця розташування країни (у Північній півкулі або Південній, на Екваторі, на материку, на острові чи архіпелазі, який вихід має до океану або моря) залежить можливість доступу до ресурсів. Також географічне положення впливає на формування галузевої структури народного господарства країни. Протяжність морських кордонів України складає 1306 км (по Чорному морю – 1056,5 км, по Азовському морю – 249,5 км). Довжина річкових судноплавних шляхів складає 6200 км (Дніпро – 1205 км, Дунай – 160 км, Південний Буг – 155 км, Прип'ять – 60 км). Таким чином, Україна має значний водний потенціал для розвитку багатьох складових морегосподарського комплексу.

2. Вплив зміни клімату на планеті. Зміни клімату серйозно впливають як на фізичний, так і на економічний стан планети. Зміни клімату, які зараз відбуваються, мають дуже серйозні наслідки. Температура повітря збільшується кожний рік на 0,2°C, таке підвищення істотно впливає на зміни всього клімату, у тому числі й на температуру води Світового океану. Танення льодовиків Гренландії, Арктики та Антарктиди взагалі підвищить рівень води у Світовому океані. Зменшення льодового покриву, наприклад, в Арктиці може призвести до зміни транспортних шляхів: замість транспортування вантажів з Південно-Східної Азії через Суецький канал, можливо їх перевезення Північним морським шляхом, який у сучасних умовах зможе бути придатний до експлуатації від шести до дев'яти місяців.

3. Участь в міжнародних транспортних коридорах та комунікаціях. Транзит вантажопотоків приносить значний прибуток, так в 2013 р від транзиту вантажів через територію України до бюджету надійшло понад 8 млрд. дол., в 2015-2016 рр. – 5 млрд. дол., в 2018 р близько 3 млрд. дол. США [7].

Кінець ХХ ст. ознаменувався посиленням впливу транснаціональних корпорацій і зростанням міжнародної транспортної системи. З 1993 р діє транспортно-транзитний проект ТРАСЕКА – програма міжнародного співробітництва між Європейським співтовариством (ЄС) і країнами-партнерами (Азербайджаном, Вірменією, Грузією, Казахстаном, Киргизією, Таджикистаном, Туркменістаном, Узбекистаном, Молдовою, Монголією, Україною; з 2000 р. – Туреччиною, Румунією, Болгарією; з 2009 р. – Іраном). Європейською комісією до 2016 р. витрачено 187 млн. євро на реалізацію 85 проектів, в рамках цієї програми здійснено будівництво морських портів, автомобільних доріг, залізниць, аеропортів [8].

Для України реалізація перспективного проекту "Маршрут" поїзда Вікінг" дасть поштовх до розвитку українських територій і посилить міжнародну інтеграцію з іншими країнами. Проект протяжністю тисяча сімсот тридцять чотири км – від Клайпеди до Чорноморська – проходить через Литву, Білорусь, Україну, вантажні поїзди по Чорному морю повинні будуть відправлятися в Грузію і Туреччину, а звідти в Азербайджан, Іран, Казахстан і Китай. Планується будівництво кільцевої автодороги навколо Чорного моря, яка повинна зв'язати в єдину транспортну мережу Туреччину, Росію, Грузію, Молдову, Румунію, Болгарію, Україну.

В даний час інтенсивно розвивається мегапроект "Один пояс, один шлях" (Новий Шовковий Шлях) (Рис. 1), який запропоновано китайським урядом в 2013 р. Станом на кінець квітня 2019 року, Китай підписав угоди про співпрацю в рамках ініціативи «Один пояс і один шлях» зі 126 країнами і 29 міжнародними організаціями [9]. Він має такі складові:

- економічний пояс Шовкового шляху – створення трьох трансазіатських економічних коридорів: північного (Китай-Центральна Азія – Росія – Європа), центрального (Китай – Центральна і Західна Азія –

Перська затока і Середземне море) і південного (Китай – Південно-Східна Азія – Південна Азія – Індійський океан);

- Морський Шовковий шлях XXI століття – створення двох морських маршрутів: один маршрут веде з узбережжя Китаю через Південно-Китайське море в Південно-Тихоокеанський регіон, другий передбачає з'єднання приморських районів Китаю і Європи через Південно-Китайське море та Індійський океан з метою розвитку берегової інфраструктури.

- Китайсько–Пакистанський економічний коридор;
- Економічний коридор Китай–Бангладеш–Індія–М'янма.

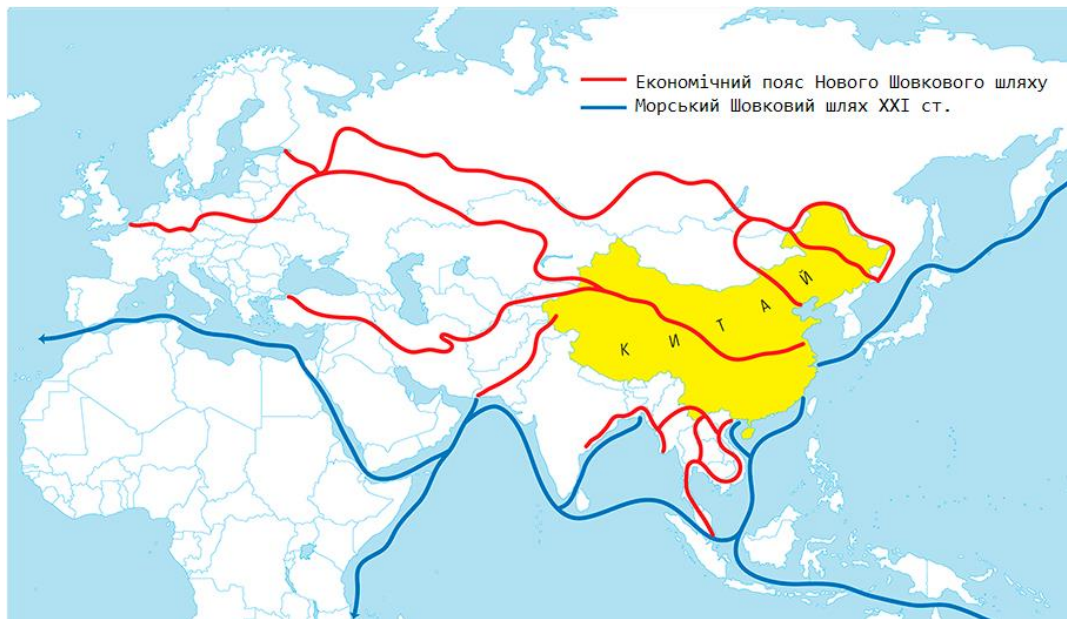


Рис.1. Маршрути Нового Шовкового Шляху.

Участь України у створенні інфраструктури Економічного поясу Шовкового шляху в значній мірі сприяла б прогресу у справі підвищення рівня зайнятості працездатного населення тих регіонів, через які пройшов би Новий Шовковий шлях.

4. Ступінь розвитку інфраструктури в країні. До основного складу морелорегосподарського комплексу країни входять сім суднобудівних та сім судноремонтних заводів, дев'ять підприємств суднового машинобудування, 15 науково-дослідних інститутів та конструкторських бюро [1]. Україна має потужний портовий потенціал. На сучасний момент функціонують десять річкових портів, але річні перевезення становлять всього 3%, тоді як на зорі незалежності за обсягами перевезень вантажів водний транспорт не поступався залізничному і автомобільному. У 1991-му році річками перевозили 65 млн т вантажів, зараз ця цифра впала до 8 млн. т. [10]. Відродження судноплавства в Україні необхідно, тому що держава має поганий стан автодоріг, а судноплавство – найбільш екологічний спосіб транспортування вантажів, також це дозволить збільшенню робочих місць. Відродження судноплавства за 10 років може створити приблизно 8000 робочих місць, що тісно пов'язані з судноплавством і приблизно 80000 робочих місць у суміжних областях [11]. Акціонерної судноплавної компанії, до складу якої може увійти не менше 30 підприємств, зацікавлених у розвитку всіх сфер морегосподарського комплексу України.

Потужність тринадцяти морських портів в містах: Ізмаїл, Усть–Дунайськ, Белгород–Дністровськ, Чорноморськ, Одеса, Південний, Миколаїв, Херсон, Скадовськ, Бердянськ, Маріуполь, становить 240 млн.т. вантажопереробки на рік [12]. Морські порти відіграють ключову роль у розвитку української економіки і забезпечують до 45 % експортно-імпорتنних операцій зовнішньої торгівлі України (Рис. 2) [13].



Рис. 2. Географічне розташування основних портових потужностей України.

Проте за оцінками Світового економічного форуму щодо якості портової інфраструктури, Україна набрала лише 3,2 бали з 7 можливих, що в порівнянні з нашими конкурентами в Чорноморсько-Азовському басейні (Росія, Молдова, Румунія, Грузія) є посередньою оцінкою. Причиною такого становища є те, що наявна потужність морських портів в повній мірі не забезпечена відповідною пропускною спроможністю наземної інфраструктури, в першу чергу, недостатнім розвитком під'їзних шляхів до морських портів.

5. Наявність трудового потенціалу та ступінь розвитку трудових ресурсів, можливість їх подальшого розвитку. Сьогодні роль трудових ресурсів у функціонуванні морегосподарського комплексу важко переоцінити. Україна отримала в спадок від колишнього Радянського Союзу чотири спеціалізованих вищих навчальних заклади, чотири морських середньотехнічних навчальних заклади та низку професійно-технічних закладів, які готують як високопрофесійних робітників для морської галузі, так і бакалаврів і магістрів. Рівень підготовки фахівців в навчальних закладах Одеси, Миколаєва, Херсона дозволяє повністю вирішити проблему з кадрами як для суднобудівних підприємств України, так і зарубіжних країн.

6. Світова економічна криза є результатом впливу пандемії коронавірусу COVID-19 на економіку багатьох країн. За прогнозами цей період може складати від 0,5 до 12 місяців і навіть до двох років. Виникнення економічної кризи призведе до зниження темпів росту ВВП практично всіх країн Світу. Це також вплине на ріст безробіття (у т.ч. й прихованого) як у морегосподарському комплексі, так і в Україні в цілому.

Висновки.

1. Україна має вигідне територіальне розміщення на карті Європи, що дозволяє їй стати важливим учасником у міжнародних транзитних перевезеннях.

2. Україна володіє найважливішими внутрішніми водними шляхами міжнародного значення, і перспективи успішного економічного розвитку країни безпосередньо пов'язані з ефективною роботою підприємств транспортного та логістичного бізнесу, перш за все судноплавних компаній. Транзитний потенціал України, який, згідно з обсягами перевезень вантажів та інфраструктури транспортних комунікацій є найбільшим в Європі, використовується зараз тільки на 60%. Внаслідок неповноцінного використання річкового і морського транспорту наша країна щорічно недоотримує близько 2,5 млрд. дол. США.

3. В південних областях України зосереджено достатню кількість навчальних закладів I–IV ступеня акредитації для підготовки фахівців морських, суднобудівних і портових спеціальностей, але, на жаль, нинішня економічна ситуація не дозволяє в повній мірі використовувати їх на українських підприємствах. В той же час вони користуються значним попитом на суднобудівних підприємствах та в торговельному флоті інших країн.

Таким чином, Україна має достатній потенціал для розвитку багатьох складових морегосподарського комплексу, необхідним є тільки виконання розробленої програми дій незалежно від політичної кон'юнктури.

Список джерел:

- [1] Трунін К.С. (2014)..Структурування морегосподарського комплексу України. Збірник наукових праць НУК, 41(451), 120–125.
- [2] Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу: монографія. (2013). Бай С. І., . Блінцов В. С. та ін.. Миколаїв: видавець Торубара О. С., 448.
- [3] Савельева, С.Б. (2006). Методология организации регионального морехозяйственного комплекса. Автореферат диссертации на соиск. уч. степени докт. эк. наук. Специальность 08.00.05 - экономика и управления народным хозяйством (региональная экономика). Санкт-Петербург, Институт проблем региональной экономики Российской Академии наук. [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://economy-lib.com/metodologiya-organizatsii-regionalnogo-morehozyaystvennogo-kompleksa>.
- [4] Парсяк В.Н. (2018). Економіка моря: підручник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 319.
- [5] Морехозяйственный комплекс Николаевщины: проблемы и перспективы (2013). Транспорт, №10. [Електронний ресурс] // Режим доступа: <http://transport-journal.com>.
- [6] Дубах Г.В., Табер Р.В. (1978). 1001 вопрос об океане и 1001 ответ. Л.: Гидрометеиздат, 188.
- [7] Итоги работы морских торговых портов Украины за январь-март (2018). Порты Украины, №3, апрель 2018, 58.
- [8] Електронний ресурс. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%A1%D0%95%D0%9A%D0%90>
- [9] Електронний ресурс. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B8%D0%BD_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81_%D0%B8_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD_%D0%BF%D1%83%D1%82%D1%8C
- [10] Перспективы развития речного транспорта в Украине, после подписания Договора об ассоциации с ЕС [Електронний ресурс]. – 906. – Режим доступа: <https://informer.od.ua/news/perspektivy-razvitiya-rechnogo-transporta-v-ukraine-posle-podpisaniya-dogovora-ob-asociacii-s-es/>
- [11] Как помочь отечественному судовладельцу? [Электронный ресурс] / А.Н. Гацан // Порты Украины. – Режим доступа: <http://www.blackseatrans.com/ru/2000-6/sudohod-3.htm>
- [12] Позитивные сдвиги в портовом хозяйстве. (2018). Порты Украины. №10, 2018. С.24–26.
- [13] Николаев и Херсон. (2018). Порты Украины, №3, 2018. С. 45.

Tubaltseva N. PhD, Associate professor,

Trunin K. PhD, Associate professor,

Tubaltsev A. Associate professor.

Factors of marine economy development in Ukraine

Abstract. The article is devoted to the development of marine economy in Ukraine. The definition and components of the marine economic complex are given. The factors that influence the functioning of the complex are identified. It is shown that Ukraine has sufficient potential for the development of individual components of the marine economic complex.

Keywords: maritime complex, factors, infrastructure, transport.

УДК 656.61

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МОРСЬКИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПОРТІВ

Корнієнко О.П., канд. екон. наук., доцент

depdean339@gmail.com

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

Анотація. У доповіді наведено обґрунтування актуальності впровадження цифрових технологій в портову сферу України. Окреслено вплив основних інструментів цифрового планування на показники діяльності морських портів. Запропоновано перспективні заходи розвитку морських торговельних портів на базі «цифрової економіки».

Ключові слова: економіка, морський порт, технологія blockchain, цифрові технології, цифровізація.

Світова економіка в останні роки остаточно перетворилась на «цифрову економіку». Рівень розвитку міжнародного ринку характеризується підвищенням глобалізації та інформатизації торговельних та ділових зв'язків між країнами. В цих умовах важливого значення набуває інтеграція транспортної системи України до

світової транспортної мережі, а також підвищення конкурентоспроможності транспортних послуг українських операторів перевезень.

Сьогодні морські торговельні порти функціонують в умовах гострої конкурентної боротьби за вантажну базу як на міжнародному ринку, так і на внутрішньому. На перший план виходить якість послуг, що надаються портом. У той же час забезпечення ефективної роботи порту як господарюючого суб'єкта вимагає постійного зниження собівартості перевантажувального процесу. Одночасне рішення цих двох найбільш актуальних завдань успішного функціонування підприємства в конкурентних умовах можливо лише при інноваційній орієнтації стратегії розвитку підприємства, яка полягає в систематичному використанні досягнень цифровізації [1].

Всі дослідження, в яких окреслено питання розвитку морських портів [2, 3, 4], засвідчують, що отримані результати можуть лише частково використовуватися для вирішення питань ефективного управління портами, оскільки здебільшого не враховується специфіка інноваційності та імплементації цифрових технологій.

Конкурентоздатність морських торговельних портів залежить від обчислювальних потужностей підприємства, а також ефективності їх використання. Пріоритет розвитку портової сфери на технологічній основі на часі є ключовим. В його підґрунті – цифрові технології. І хоч сьогодні ми тільки на порозі осмислення трансформації економіки на базі впровадження цифрових технологій, проте, вже виникають нові вимоги до комунікацій, обчислювальних потужностей, інформаційних систем та сервісів. Змінюються вимоги до працівників, які мають володіти цифровими компетенціями та навичками.

В Україні портової сфері поступово відбувається впровадження єдиного цифрового простору і це пов'язано не лише з інтеграцією виробничого обладнання в єдину мережу, але й зумовлює трансформацію процесів і моделей взаємовідносин між учасниками ланцюга щодо створення додаткової вартості послуг, які надаються портами. Ключовими інструментами для такої трансформації становляться електронні торговельні майданчики, зокрема «біржі» постачальників логістичних послуг. Необхідною умовою для безперебійної взаємодії учасників процесу за допомогою таких майданчиків є стандартизація та відповідне нормативне регулювання.

Цифрова трансформація зумовлює перетворення операторів морських портів у цифрові підприємства, які використовують інформаційні технології якості конкурентних переваг у всіх сферах своєї діяльності: бізнес-процесах, маркетингу та взаємодії з клієнтами.

В ході дослідження виявлено, що на більшості морських портів в теперішній час використовуються наступні цифрові технології: ERP-системи, які представляють собою набір типових функціональних рішень, необхідних для ефективного управління підприємством; системи управління інженерними даними з використанням CAD /CAE/ CAM-систем тощо.

Також Адміністрація морських портів України та онлайн-платформа морських перевезень ShipNEXT розробили систему цифрового обміну даними для судів і портів. Головна мета проекту - створення сервісу, який дозволить в режимі онлайн розрахувати час підходу судів до порту. Завдяки цьому капітани зможуть вибирати оптимальну швидкість підходу до порту, щоб не витратити зайве паливо і час на очікування в рейді. А портові адміністрації зможуть значно поліпшити ефективність і точність планування руху суден в акваторії портів. Система розроблена як одна онлайн-платформа для обслуговування всіх видів вантажу, проведення всіх видів операцій з ними та судами, тому до неї залучаються глобальний масив інформації про судозаходи і портову інфраструктуру [5].

Запроваджений проект «Цифровий логістичний інкубатор», в якому відбувається реалізація таких напрямків: автоматизація логістики і використання роботів - це застосування комп'ютерного програмного забезпечення та автоматизованих машин і устаткування для підвищення ефективності логістичних операцій; розвиток автономних транспортних засобів; Big data. Різні операції в порту можуть бути змодельовані для аналізу робочих потоків, виявлення можливих бар'єрів і оцінки різних сценаріїв проектування і пропускної здатності [6].

В країні створюється та запроваджується автоматизовані та уніфіковані системи, такі як «Єдине морське вікно» та система електронного управління портом «Е-Port». Планується масштабування успішного прикладу впровадження системи е-Port в усі державні підприємства України морської галузі, а також реалізація новітньої системи Е-Port 4.0. Це зробить роботу українських портів більш прозорою та ефективною. Наразі тестується переведення окремих компонентів на технологію blockchain, зокрема, е-Port 4.0, що унеможливить підробку або фальсифікацію відповідних транзакцій [7].

Впровадження тих чи інших засобів реалізації цифрового виробництва сприяє різноманітним впливам на показники діяльності виробництва. В таблиці 1 наведені основні якісні та кількісні ефекти, а також ефекти

поліпшення фінансових показників, які досягаються після впровадження засобів реалізації цифрових технологій.

Таблиця 1

Вплив використання інструментів цифрового планування на показники діяльності морських портів

Засоби реалізації цифрового виробництва	Якісний ефект або додаткова можливість	Кількісний ефект	Вплив на фінансові потоки
Система оперативного планування, диспетчерування	Оптимізація завантажувально-розвантажувальних робіт, скорочення термінів наднормованих робіт	Скорочення циклів завантаження-розвантаження, зменшення витрат на утримання складів, скорочення витрат робочого часу	Зростання прибутку за рахунок зниження собівартості; збільшення конкурентоздатності за рахунок скорочення строків виконання робіт
Аналіз трудових ресурсів порту	Оптимізація складу трудових ресурсів	Зменшення витрат на заробітну плату	Зростання прибутку за рахунок зниження собівартості
Система фінансового планування і бюджетування	Створення єдиного формату управлінського обліку та звітності	Забезпечення високої ліквідності	Збільшення обсягу замовлень
Цифрове моделювання і аналіз оптимізації бізнес-процесів	Забезпечення ефективності бізнес-процесів	Розширення програми розвитку підприємства	Зростання прибутку за рахунок зниження собівартості

Позитивною тенденцією є те, що автоматизація діяльності і рішення в області інформаційних технологій на підприємствах морегосподарського комплексу створюють нові високотехнологічні робочі місця. На часі портів лідери відкривають «пілотні зони» цифрових послуг та виробництва, що обумовлено світовими трендами.

Одним з прикладів є те, що IBM проводить масштабну цифровізацію порту Роттердам, найбільшого порту Європи за обсягом вантажообігу. Адміністрація порту має намір перетворити Роттердам в «найрозумніший порт в світі». Порт готується до прийому автономних підключених вантажних суден до 2025 року. IBM створить детальний цифровий близнюк порту, який охопить всю портову зону протяжністю 42 км. Двійник буде являти собою точну цифрову копію портових операцій, яка буде відслідковувати рух суден, інфраструктуру, погоду, географічні дані і дані про глибину зі 100% точністю, йдеться в повідомленні IBM. Система буде використана для тестування сценаріїв і підвищення ефективності операцій.

IBM в партнерстві з іншими компаніями впроваджує в порту IoT-датчики, технологію доповненого інтелекту (AI) і інтелектуальні дані про погоду для оцінки доступності причалів та інших важливих параметрів. Точні дані про гідро- і метеообстановки дозволять прогнозувати найкращий час для заходу в порт при найбільш сприятливих умовах. Система буде збирати інформацію про температуру повітря, швидкості вітру, відносної вологості, каламутності і солоності води, а також про рівні води, припливах і течіях. Ці дані будуть використані для прогнозування видимості в певний день і якості заходу суден в порт. Це дозволить скоротити вартість доставки вантажів, знизити витрату суднового палива, забезпечувати економічно ефективно завантаження кожного судна і допоможе забезпечити безпечне прибуття вантажу.

Інший компонент оцифровки порту включає в себе впровадження ряду «цифрових дельфінів» - інтелектуальних причальних стінок і обладнаних датчиками буїв, які підтримують передачу вантажів між судами. Ці системи будуть збирати інформацію про стан і використання причального терміналу, стан води і погодних умов, що дозволить операторам портів визначити оптимальний час і місце для стоянки судів [8].

Висновки: 1. Країною впроваджуються заходи, спрямовані на цифровізацію і прозорість галузі морської логістики, що є позитивною тенденцією. 2. Впровадження цифрового портового логістичного інкубатора призведе до підвищення якості логістичних послуг, стимулюватиме інновації в портовому секторі і в цілому підвищить конкурентоспроможність України на міжнародному рівні. 3. Перспективним завданням є підключення до світових цифрових коридорів і екосистем. Це потрібно зробити таким чином, щоб повністю реалізувати потенціал морських портів України і показати іноземним та національним партнерам та інвесторам, що українська транспортна інфраструктура є конкурентоздатною, розвивається у світовому тренді глобальної цифровізації і в неї вигідно інвестувати.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Роціна Н. В. Актуальні проблеми формування конкурентної політики морських торговельних портів України // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення: Зб. наук. праць / Н. В. Роціна, Л. В. Ширяєва, О. К. Афанасьєва. – Львів, 2009. – Вип. 657. – С. 443-449.
- [2] Ильницький К. Два десятилетия водного транспорта Украины // Порты Украины. №6, 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://portsukraine.com/node/2169>
- [3] Офіційний сайт Адміністрації морських портів України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uspa.gov.ua>.
- [4] Щодо стратегічних пріоритетів реалізації потенціалу України як морської держави: аналітична доповідь / А.О. Филипенко, В.В. Барішнікова, К.В. Степанова. – Одеса: Фенікс, 2017. – 152 с.
- [5] Ukraine will create a data exchange system for ships and ports (2019). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2019/08/23/650897/>
- [6] The introduction of a digital logistics incubator will stimulate innovation in the port sector (2019) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/30589.html>
- [7] Implementation of the System «E-Port» (2019). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/30076.html>
- [8] IBM will carry out large-scale digitalization of the Port of Rotterdam (2020). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iot.ru/promyshlennost/ibm-provedet-masshtabnuyu-tsifrovizatsiyu-porta-rotterdam>

Korniyenko O. Doctor of Philosophy, assistant professor

The influence of digital technologies on the prospects of sea trade ports development

Abstract. The report substantiates the relevance of the introduction of digital technologies in the port sector of Ukraine. The influence of the main tools of digital planning on the performance of seaports is outlined. Promising measures for the development of sea trade ports based on the "digital economy" are proposed.

Keywords: economy, seaport, blockchain technology, digital technologies, digitization.

УДК 331

ГРЕЙДОВА СИСТЕМА ОПЛАТЫ РАБОТЫ

Погорелова О.В. – к.е.н. професор

Левенець В.Г. - керівник сектору організації навчально-методичної роботи в ННЦЗДО та ВСП

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

viktoriya.levenets@nuos.edu.ua

Анотація. Система грейдів дозволяє пов'язати оплату праці та врахувати інтереси бізнесу, крім того допомагає вирішити проблеми мотивації персоналу. В першу чергу, ця система є зручною для великих та середніх підприємств, оскільки вона дозволяє будувати кар'єру горизонтально та вирішує проблему великої кількості посад.

Ключові слова: система грейдів; оплата праці; грейдування; грейд.

Однією з найважливіших складових організації діяльності будь-якого підприємства є оплата праці. Основним питанням при формуванні заробітної плати є створення взаємозалежності між результатами праці та винагородою, яку отримує працівник. Практичним інструментом, що дає можливість розробити кваліфікаційні групи та оцінити діяльність за окремими посадами та робочими місцями, є система грейдів.

Грейдування на сьогодні є прогресивним методом, який забезпечує мотивацію персоналу для розвитку та досягнень. Основною характерною рисою системи грейдів є можливість кожному працівнику за рахунок своєї кваліфікаційної праці отримувати відповідний дохід [3].

Грейдинг – (від англ. grading) – класифікація, сортування, впорядкування. Грейдування – це позиціонування посад, їх розподілення в ієрархічній структурі підприємства у відповідності до цінності даної позиції для підприємства.

Систему грейдів вважають вкрай корисною в оплаті праці на середніх та великих підприємствах. Система грейдів дозволяє ранжувати посади на підприємстві та розподіляти їх по групам. Ключовою перевагою такої

системи є оптимізація процесу формування заробітної плати для великої кількості посад на великих підприємствах, адже за допомогою сформованих грейдів рівень заробітної плати для кожної групи встановлюється дуже швидко.

Загалом дослідження, які проводилися вітчизняними та іноземними вченими, лише окреслюють можливі шляхи впровадження системи грейдів, не обираючи при цьому найефективніший з них. Саме тому основною ціллю роботи є опис найоптимальнішого шляху для впровадження системи грейдової оплати праці на підприємстві.[2]

Як відомо, система грейдів є практичним інструментом для оцінки посад на підприємстві і дає можливість розподілити їх на кваліфікаційні групи. Впровадження системи грейдів може виконати такі завдання:

Оптимізувати систему оплати праці;

Надати оцінку працівників підприємства згідно з посад, що ви обіймають;

Створити додаткові умови для кар'єрного зростання.

Грейдова система допомагає керувати фондом оплати праці і робить гнучкою систему нарахування заробітної плати, тому ефективність оплати праці зростає. В той час, коли принцип нарахування стає прозорим, впорядковується дисбаланс заробітної плати на підприємстві. Базовий оклад тих, хто грає дійсно важливу роль для підприємства, автоматично підвищується. Грейдова система є зручним інструментом для визначення розміру базового окладу для нової посади та порівняння його із середньо ринковим.[5]

Грейдова система оплати праці поділяється на декілька видів, тому керівники мають змогу обирати один з них, в залежності від потреб підприємства. Найпростішою є грейдова система першого ступеня складності. Основою цієї системи є розподіл посад в залежності від того, наскільки складну роботу виконують на цих посадах працівники. Крім того, для виконання необхідних розрахунків за цією системою не потрібна окрема група осіб, це може зробити топ-менеджер.

Існують п'ять основних елементів впровадження грейдової системи оплати праці на підприємстві (рис. 1).

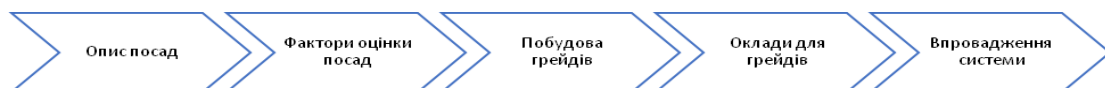


Рис. 1 Елементи впровадження грейдової системи оплати праці

Один з найскладніших етапів – це визначення вимог до посад, оскільки він потребує вибірки ключових факторів для кожної посади. Ці фактори повинні бути не тільки зрозумілими, а й розподілятися за рівнями складності. Обов'язковою умовою цього етапу є визначення набору універсальних факторів для оцінки всіх посад, де весь персонал підприємства повинен оцінюватися за одним набором критеріїв. Результатом цього етапу є таблиця з перерахованими факторами і розподілом за рівнями, з визначенням кількості балів по зростаючому принципу. [1]

Враховуючи, що для більшості посад одними з основних факторів є рівень освіти та стаж роботи, пропонуємо розрахувати показник кваліфікації, який ці фактори враховує.

Таблиця 1

Оцінка стажу				
	Оцінка стажування	Стаж роботи по спеціальності по групам		
		1	2	3
1	0,25	0-5	0-9	0-9
2	0,5	13-17	9-13 більше 29	9-17 більше 29
3	0,75	13-17 більше 21	13-17 21-29	17-25
4	1	17-21	17-21	26-29

$$Rg = \frac{Po+Ps+Pd}{4,3}, \text{ де}$$

P_o – показник освіти ($P_o = 1, 2, 3$)

P_c – показник стажу ($P_c = 0.25, 0.5, 0.75, 1$)

P_d – показник іншої діяльності

4,3 – постійна величина, яка відповідає сумі максимальних оцінок за рівнем освіти.

Одним з основних елементів системи тарифних ставок є вишка тарифних ставок. У кожного грейда вона складає від 30 до 70%. При більш високих тарифних ставках оклади працівників будуть вищими. У межах вишки окладів є кілька ступенів тарифних ставок. Різниця між суміжними окладами у грейді складає не менше 10%.

Вилки окладів можуть перетинатися між ґрейдами. Перетин може зустрічатися між усіма групами або між окремими ґрейдами.[4]

Розрахунок окладу починають з першого ґрейда, встановлюючи вилку окладу (у відсотках). З урахуванням цього діапазону встановлюється максимальне значення окладу першого ґрейда. Після встановлення вилки окладів першого ґрейда, визначають перетин першого и другого ґрейда (у відсотках). Враховуючи ці показники, вказують мінімальний показник вилки другого ґрейда. Таким чином проводять визначення тарифних ставок для всіх ґрейдів на підприємстві.

Нумерація ґрейдів починається з меншого, тому чим вище номер ґрейду, тим важча робота на посадах, що до нього відносяться. Для розподілення ґрейдів необхідно визначити критерії та присвоїти бали для кожної посади окремо. На великих підприємствах зазвичай градація ґрейдів формується від 5 до 10 (табл. 1).

Таблиця 2

Градація ґрейдів

0-30 балів	1-й ґрейд
31-45 балів	2-й ґрейд
46-60 балів	3-й ґрейд
61-80 балів	4-й ґрейд
81-100 балів	5-й ґрейд

Останнім етапом є зібрана таблиця з описом усіх позицій, а саме назва посади, її лінійна підпорядкованість, номер ґрейда, показники цінності посади, вилка заробітної плати. Кількість балів відповідає посаді у ґрейді, а тому й розміру заробітної плати.

Таким чином, впровадження ґрейдової системи оплати праці на підприємства допоможе оптимізувати процес формування заробітної плати для великої кількості працівників. Зокрема, система ґрейдів дозволить вирішити такі питання:

Встановлення чіткої та прозорої структури на підприємстві, де кожен працівник бачить можливості свого кар'єрного зросту; Ефективна система видачі премій; Стимулювання розвитку особистих та професійних якостей працівників; Рациональне управління колективом.

Система ґрейдів дозволяє пов'язати оплату праці та врахувати інтереси бізнесу, крім того допомагає вирішити проблеми мотивації персоналу. В першу чергу, ця система є зручною для великих та середніх підприємств, оскільки вона дозволяє будувати кар'єру горизонтально та вирішує проблему великої кількості посад.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Богиня Д. П. Основи економіки праці: Навчальний посібник. / Д. П. Богиня, О. А. Грішнова. – К. : «Знання-Прес», 2001.-313с
2. Дем'яненко Т. І. Формування та управління трудовим потенціалом на вітчизняних підприємствах / Інноваційна економіка: Всеукраїнський науково-виробничий журнал, 2015, 172–176.
3. Васильчак С. В. Теоретичні основи формування оплати праці на підприємстві / С. В. Васильчак, О. Р. Жидяк, Т. М. Полянчик // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. - Львів: РВВ НЛТУУ, 2011. - С. 152-157.
4. Гончаренко А. Ґрейдуированная шкала. // Бизнес. – 2007. – № 12. – С. 74-77.
5. Лозовський О.М. Впровадження системи ґрейдингу на вітчизняних підприємствах/ О.М. Лозовський, О.А. Таран, В.С. Таран/ Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ, 2009 р - с. 780.

Pogorelova O.V., Levenets V.H GRADE PAY SYSTEM

Abstract. *The grading system allows you to link pay and business interests, as well as help solve staff motivation problems. Firstly, this system is convenient for large and medium-sized enterprises, as it allows you to build a career horizontally and solves the problem of a large number of positions.*

Keywords: *grading system; pay; grading; grade.*

УДК 657

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ВИБІР БАЗИ РОЗПОДІЛУ ЗАГАЛЬНОВИРОБНИЧИХ ВИТРАТ**Прокопович Л.Б., к.е.н., доцент**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

kalka.root@gmail.com

Анотація. Розглянута проблема вибору бази розподілу для загальновиробничих витрат. Проведений інтелектуальний аналіз даних. Використаний метод нечіткої множини для обґрунтування вибору бази розподілу загальновиробничих витрат.

Ключові слова: витрати; база розподілу; загальновиробничі витрати; нечітка множина.

Вступна частина. Питанню класифікації, обліку та розподілу загальновиробничих витрат присвячені праці багатьох фахівців, серед яких можна виділити роботи: Бондаренко Т.Ю. [1], Бондарчук Н.В., Половко А.В. [2], Зінченко О. В., Пархоменко О.О. [3], Подмешальська Ю.В., Феофанов Л.К., Абрамова І.С. [4], Чуприна Л.В., Шаповал Я.О. [5].

Нажаль, незважаючи на здобутки вказаних фахівців, однією з гострих практичних проблем вітчизняних підприємств є обґрунтування вибору бази розподілу загальновиробничих витрат у розрізі певних статей витрат.

Мета роботи - покращення рівня обґрунтованості вибору бази розподілу для статей загальновиробничих витрат. Що дозволить підвищити точність обчислення розподілених та нерозподілених загальновиробничих витрат й, відповідно, виробничої собівартості продукції (робіт, послуг).

Основна частина. Вважаємо, що певну допомогу в складному процесі вибору бази розподілу загальновиробничих витрат обліковим співробітникам підприємств може оказати застосування в обліково-калькуляційній діяльності методів інтелектуального аналізу даних. Маємо думку, що серед методів найбільш доцільно обрати метод нечіткої множини.

Розглянемо можливість застосування даного методу у обліковій діяльності на прикладі. Тобто, застосовуючи теорію нечіткої множини необхідно здійснити вибір бази розподілу загальновиробничих витрат. Вибір необхідно здійснити з 5-ти альтернатив баз розподілу на основі оцінок кожної альтернативи за 4 критеріями. Для оцінки кожної бази розподілу було опитано 5-ть експертів, середні оцінки приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати експертної оцінки баз розподілу

№	Критерій	База розподілу ЗВВ				
		Прямі витрати на оплату праці, грн.	Обсяг виробництва, од.прод.	Трудоємність виготовлення продукції, л.год.	Час роботи обладнання, м.год	Прямі витрати на матеріали, грн.
1	Взаємозв'язок із змінними ЗВВ	0,64	0,88	0,66	0,56	0,68
2	Взаємозв'язок із постійними ЗВВ	0,12	0,32	0,12	0,42	0,22
3	Вплив на величину прямих витрат	0,58	0,94	0,66	0,46	0,62
4	Легкість отримання інформації	0,76	0,88	0,60	0,24	0,76

Результати опиту експертів по кожному критерію приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Дані опиту експертів по кожному критерію

№	Відповіді	База розподілу ЗВВ				
		Прямі витрати на оплату праці, грн.	Обсяг виробництва, од. прод.	Трудомісткість виготовлення продукції, л. год.	Час роботи обладнання, м. год.	Прямі витрати на матеріали, грн.
1	Взаємозв'язок із змінними ЗВВ					
	Позитивні відповіді	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Негативні відповіді	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Взаємозв'язок із постійними ЗВВ					
	Позитивні відповіді	3,00	5,00	3,00	5,00	4,00
	Негативні відповіді	2,00	0,00	2,00	0,00	1,00
3	Вплив на величину прямих витрат					
	Позитивні відповіді	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Негативні відповіді	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Легкість отримання інформації					
	Позитивні відповіді	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00
	Негативні відповіді	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00

Хай зі всіх m експертів n_1 на питання про приналежність елементу $x \in X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ нечіткій множині $\underset{\circ}{A}$ відповідає позитивно, а інша $(n_2 = m - n_1)$ негативно. Тоді Функцію Приналежності (далі ФП) визначають так:

$$\mu_{\underset{\circ}{A}}(x) = n_1 / (n_1 + n_2), \quad (1)$$

Використовуючи дані табл. 2 і формулу (1), отримаємо такі міри приналежності елементів X нечіткій множині $\underset{\circ}{A}$:

Для першого критерію:

$$\mu_{\underset{\circ}{A}}(x_1) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_2) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_3) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_4) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_5) = 1,0.$$

Для другого критерію:

$$\mu_{\underset{\circ}{A}}(x_1) = 0,6; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_2) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_3) = 0,6; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_4) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_5) = 0,8.$$

Для третього критерію:

$$\mu_{\underset{\circ}{A}}(x_1) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_2) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_3) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_4) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_5) = 1,0.$$

Для четвертого критерію:

$$\mu_{\underset{\circ}{A}}(x_1) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_2) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_3) = 1,0; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_4) = 0,6; \mu_{\underset{\circ}{A}}(x_5) = 1,0.$$

Нечітка множина для чотирьох даних критеріїв, що включає п'ять аналізованих альтернативи, має наступний вигляд:

$$\mu_{F1} = 1,0/0,64 + 1,0/0,88 + 1,0/0,66 + 1,0/0,56 + 1,0/0,68$$

$$\mu_{F2} = 0,6/0,12 + 1,0/0,32 + 0,6/0,12 + 1,0/0,42 + 0,8/0,22$$

$$\mu_{F3} = 1,0/0,58 + 1,0/0,94 + 1,0/0,66 + 1,0/0,46 + 1,0/0,62$$

$$\mu_{F4}=1,0/0,76+1,0/0,88+1,0/0,60+0,6/0,24+1,0/0,76$$

Робиться свертка наявної інформації в цілях виявлення кращої альтернативи. Безліч оптимальних альтернатив B визначається шляхом пересічення нечіткої множини, що містить оцінки альтернатив по критеріях вибору.

Операція пересічення нечіткої множини може бути реалізована різними способами. Інколи пересічення виконується шляхом арифметичного множення, але зазвичай цій операції відповідає узяття мінімуму:

$$\mu_B(a_j) = \min_{i=1, \dots, m} \mu_{F_i}(a_j), \quad j = 1, \dots, m.$$

Кращою вважається альтернатива a^* , що має найбільше значення функції приналежності:

$$\mu_B(a^*) = \max_{j=1, \dots, m} \mu_B(a^*).$$

$$\mu_B = \{ \min\{1; 0,6; 1; 1\} \\ \min\{1; 1; 1; 1\} \\ \min\{1; 0,6; 1; 1\} \\ \min\{1; 0,8; 1; 1\} \}$$

Результуючий вектор пріоритетів альтернатив має наступний вигляд:

$$\max\{0,6; 1; 0,6; 0,8\}$$

Таким чином, кращою альтернативою є друга – «Обсяг виробництва», якому відповідає значення 1.

Висновки. З метою покращення рівня обґрунтованості вибору бази розподілу для статей загальновиробничих витрат обґрунтовано застосування методу нечіткої множини.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко, Т. Ю. (2013). Класифікація загальновиробничих витрат та підходи до їх поділу на постійні та змінні. Взято з [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/ecnof_2013_10\(1\)_10.pdf](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/ecnof_2013_10(1)_10.pdf)
2. Бондарчук, Н. В., Половко, А. В. (2016). Система управління витратами загальновиробничого характеру як напрям підвищення конкурентоспроможності суб'єктів господарювання. *Молодий вчений*, 12(39), 667-670. Взято з <http://molodyyucheniy.in.ua/files/journal/2016/12/159.pdf>
3. Зінченко, О. В., Пархоменко, О. О. (2017). Особливості обліку загальновиробничих витрат. Взято з https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/7169/1/20170524_Determinant_P289-292.pdf
4. Подмешальська, Ю. В., Феофанов, Л. К., Абрамова, І. С. (2018). Актуальні аспекти розподілу загальновиробничих витрат у системі обліку. *Агросвіт*, 24, 54-59. Взято з http://www.agrosvit.info/pdf/24_2018/10.pdf
5. Чуприна, Л. В., Шаповал, Я. О. (2019). Проблеми розподілу загальновиробничих витрат на підприємствах в Україні. *Бухгалтерський облік, аналіз, аудит*, 30, 563-567. Взято з http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/30_2019_ukr/87.pdf

Leonid Prokopovich

Data mining and selection of base for distribution of general production costs

Text of the annotation. The problem of choosing a base for the distribution of general production costs is considered. Data mining has been carried out. The fuzzy set method was used to justify the choice of the base for the distribution of general production costs.

Key words: costs, distribution base, overhead, fuzzy set

УДК 330.341.42:338.001.36

ЕКОНОМІКА МОРЯ В КОНТЕКСТІ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Волосяк М.В., канд.ekon.наук, доцент

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

<https://orcid.org/0000-0002-0612-6988>

Анотація. Проаналізовано досвід країн Європейського Союзу у розвитку економіки моря, зіставлені Стратегія «Blue Economy» і виклики Порядку денного після 2015 року «Sustainable development goals», визначено пріоритетні Цілі сталого розвитку для України та в їх контексті умови розвитку економіки моря як пріоритетного сектору зростання національної економіки.

Ключові слова: економіка моря; Цілі сталого розвитку; Європейський Союз; Україна

У червні 2020 року Європейська Комісія опублікувала «The EU Blue Economy Report 2020» [1], що надає огляд ефективності економічних секторів ЄС, пов'язаних із океанами та прибережним середовищем. У звіті зазначається, що економіка моря в цілому представляє величезний потенціал для європейської економіки, хоча такі галузі, як прибережний і морський туризм, а також рибальство та аквакультура сильно постраждали від пандемії коронавірусу. На 01.01.2019 року «Blue Economy» ЄС складає 750 млрд. євро, в цьому секторі працює 5,4 мільйонів людей, що становить значне зростання на 11,6% порівняно з роком раніше.

Ще п'ять років тому всі робочі місця в економіці моря можна було традиційно класифікувати як: видобуток живих ресурсів, видобуток неживих ресурсів, транспорт і логістика, суднобудування, морський туризм. Але сьогодні вибухове зростання у встановленні морських вітрових електростанцій призвело до появи шостого сектору зайнятості, який становить близько 150 тисяч робочих місць. Європейський Союз є сьогодні світовим лідером в галузі енергетики в океані і до 2050 року збирається виробляти до 35% своєї електроенергії з офшорних джерел.

Європейська Комісія прогнозує, що до 2030 року багато галузей, які базуються на морській економіці, мають потенціал перевершити світову економіку в цілому з точки зору доданої вартості та зайнятості. І є чітке усвідомлення того, що Європа не повинна втратити цю можливість.

Дійсно, для країн ЄС дуже важливий розвиток економіки моря, про що зазначив Європейський комісар з питань навколишнього середовища, океанів та рибного господарства Virginijus Sinkevičius. «Морська відновлювана енергетика, їжа з моря, стійкий прибережний і морський туризм, синя біоекономіка та багато інших галузей допоможуть нам вийти з цієї кризи сильнішими, здоровішими, стійкішими. Ми робимо все можливе, щоб придушити вплив закриття, захистити робочі місця в синій економіці та добробут наших прибережних громад, зберігаючи наші екологічні амбіції» [1].

Як бачимо, концепція «Blue Economy» носить суперечливий характер. З одного боку, мова йде про економічне зростання за рахунок морських та прибережних секторів економіки, з іншого – про розвиток та захист океанських ресурсів. Тобто використання можливостей, пов'язаних з економікою моря, визнаючи та вирішуючи потенційні загрози.

У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку, на якому було прийнято Порядок денний розвитку після 2015 року. За підсумками Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей сталого розвитку та 169 завдань, які необхідно виконати для досягнення визначених цілей [2]. Затверджені цілі й завдання спрямовані на вирішення багатьох проблемних питань у різних сферах - соціальній, економічній, гуманітарній, енергетичній, екологічній, безпековій та ін.

Як зазначається у [3], «Blue Economy» асоціюється із Цілями сталого розвитку 14-17, тобто Збереження та раціональне використання океанів, морів та морських ресурсів, Захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, Сприяння побудові миролюбного й відкритого суспільства в інтересах сталого розвитку, Зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках партнерства в інтересах сталого розвитку [2]. Крім того дослідники [3] виявили, що Цілі 3, 8 – Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх в будь-якому віці, Сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх – також співпадають із цілями Стратегії «Blue Economy» ЄС.

«Blue Economy» відкриває діалог між різними стейкхолдерами щодо імплементації Цілей сталого розвитку, оскільки роль галузей промисловості, а також державних інституцій менш очевидна у цьому питанні. Крім цього потрібно більше наукових досліджень, щоб визначити очікування зацікавлених сторін від реалізації Цілей сталого розвитку в контексті «Блакитної економіки». Головною метою до 2030 року визначено ліквідацію усіх форм бідності, при цьому захищаючи екологію планети та будуючи економічне зростання. І щоб досягти Цілей сталого розвитку на практиці, в країнах Європейського Союзу пропонують сучасні підходи в Стратегії «Blue Economy», а саме:

- морські знання для поліпшення доступу до інформації про море;
- морське просторове планування для забезпечення ефективного та сталого управління діяльністю на морі;

- інтегрований морський нагляд, щоб надати кращу картину того, що відбувається в морі [1].

На нашу думку, ці компоненти забезпечення знань, правової визначеності та безпеки у «Блакитній економіці» сприятимуть дослідженням, щоб забезпечити краще розуміння і віднайти ефективні рішення найбільш актуальних проблем у світі.

Що стосується України, наша держава також приєдналася до глобального процесу забезпечення сталого розвитку. Для встановлення стратегічних рамок національного розвитку України на період до 2030 року було започатковано інклюзивний процес адаптації Цілей сталого розвитку. Кожна глобальна ціль була переглянута, з урахуванням національної специфіки. На підставі широкого спектру інформаційних, статистичних та аналітичних матеріалів, була розроблена національна система ЦСР (86 завдань розвитку та 172 показники для моніторингу їх виконання), що відображена у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна», яка була представлена урядом 15 вересня 2017 року [4].

Пріоритетними Цілями сталого розвитку для України сьогодні мають бути: Ціль 4, 8, 9, 14, тобто Якісна освіта, Гідна праця та економічне зростання, Промисловість, інновації та інфраструктура, Збереження морських ресурсів.

Зважаючи на вітчизняну нормативно-правову базу, наукові дослідження та результати практичних семінарів, конференцій й «круглих столів» впродовж останніх 10 років, можемо стверджувати, що саме економіка моря, морський сектор стане в подальшому двигуном зростання України, розвиватиме нові технології та створюватиме нові робочі місця, але, насамперед, зберігати «блакитні ресурси» для майбутніх поколінь.

Однак економіка моря країни немислима без вищої школи з її науковими дослідженнями та освітніми послугами. Освітня система м. Миколаєва забезпечує підготовку необхідних фахівців для роботи у галузях морської економіки за всіма спеціалізаціями у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

Крім цього, головним фактором сталого розвитку є інвестиції в інновації та інфраструктуру. А реалії сьогодення вказують на одну ключову слабкість – це недостатнє державне та приватне фінансування ризиків (не тільки в Україні, але й в усьому світі) для найбільш інноваційних морських технологій, тобто залишається проблема виходу на ринок морських інновацій. Доступ до фінансування продовжує бути проблемою для багатьох суб'єктів морської економіки, особливо для високо потенційних, але ризикованих підприємств. Європейська Комісія підтримує великі проекти, такі як розробка морських вітрових електростанцій або інвестування у порти, але не дійшла поки що до малих, менш відомих галузей морської економіки.

І в цьому плані дуже важливою постає Ціль 17 – Партнерство заради сталого розвитку. Активна участь зацікавлених сторін, довіра, спільні цілі вкрай необхідні для розвитку економіки моря, оскільки тиск людської діяльності може мати важливі соціально-економічні наслідки в прибережних районах та в морському просторі (синергія та/або конфлікти використання між старими та новими видами діяльності). Тому вирішальне значення має співпраця з громадянами та зацікавленими сторонами щодо проблем моря. Ми не досягнемо раціональної експлуатації морських ресурсів та гарного екологічного стану наших морів, якщо громадяни не зрозуміють вплив морів та океанів на їхнє життя та як їх поведінка може вплинути на морські екосистеми. Тому необхідною умовою поєднання економіки моря з Цілями сталого розвитку до 2030 року є розробка системного підходу до морської діяльності та сприяння захисту морських екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. The EU Blue Economy Report 2020. URL: <https://ec.europa.eu/>
2. Sustainable development goals. URL: <https://www.un.org/>
3. Ki-Hoon Lee, Junsung Noh, Jong Seong Khim. The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. *Environment International*. April 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/>
4. Цілі Сталого розвитку: Україна. Національна доповідь 2017. URL: <http://www.un.org.ua/>

ECONOMY OF THE SEA IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Volosiuk Maryna V., PhD (Economics), Associate Professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine

Abstract. *The experience of the European Union countries in the development of the sea economy is analyzed, the Blue Economy Strategy and the challenges of the post-2015 Sustainable development goals are compared, the priority*

Sustainable Development Goals for Ukraine are identified and, in their context, the conditions for the development of the sea economy as a priority sector for the growth of the national economy.

Key words: sea economy; Sustainable development goals; European Union; Ukraine

УДК 005.722

ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛІНГУ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

¹Каткова Наталя Володимирівна, к.е.н., доцент, ²Циганова Олександра Сергіївна, к.е.н.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

¹nataliavkatkova@gmail.com, ²cigalserg@gmail.com

Анотація. Система контролінгу представляє собою інтегративну сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих функціональних елементів, які забезпечують виконання поставлених перед нею задач і завдань з метою забезпечення стійкого розвитку суб'єкту бізнесу. На основі узагальнення поглядів науковців складено перелік елементів системи контролінгу, який включає інформацію, планування, контроль, аналіз, облік, моніторинг, технічне та програмне забезпечення управління інформаційними потоками та інтелектуальний капітал.

Ключові слова. Контролінг, система контролінгу, елементи.

У сучасних умовах на машинобудівних підприємствах істотно підвищуються вимоги до оперативності отримання інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень, забезпечити яку може ефективна системи контролінгу.

Система контролінгу – це інтегративна сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих функціональних елементів, що має здатність до саморозвитку та саморегулювання, яка забезпечує регуляцію діяльності усіх систем підприємства, [реакцію](#) на зміну умов внутрішнього й зовнішнього середовища та підтримку прийняття управлінських рішень, і спрямована на забезпечення стійкого розвитку суб'єкту бізнесу [1].

Огляд наукової літератури показав, що науковців мають різноманітні погляди стосовно елементів системи контролінгу (табл. 1). Дослідники називають різну кількість елементів системи контролінгу. Так, наприклад, з точки зору німецьких вчених [2, 3] система контролінгу складається з трьох елементів. Чумаченко М.Г. [4] виділяє сім елементів, які забезпечують виконання поставлених перед системою контролінгу задач і завдань.

Таблиця 1

Узагальнений перелік елементів системи контролінгу

Автори	Встановлення цілей	Планування	Облік	Контроль	Аналіз	Регулювання	Управління інформаційними потоками	Моніторинг	Складання звітів	Бюджетування	Оцінка	Професіоналізм персоналу	Вироблення рекомендацій
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Манн Р., Майер Е.		+	+	+									
Фольмут Х.Й.		+		+	+	+							
Хорват П.		+		+						+			
Дарманська Г.О., Овод Л.В.		+	+	+	+								+
Прохорова В.В.		+							+		+		+
Марюта А.Н., Ковальчук К.Ф.					+								
Цигилик І.І.		+	+	+	+								+
Оліфіров О.В.		+	+	+					+				+
Петренко С.Н.		+	+	+	+								+
Пушкар М.С.		+	+		+								
Сторожик М.І., Голубятнікова		+	+	+	+			+					+

Н.В.													
Яковлев Ю.П.		+			+								+
Анискин Ю.П., Павлова О.М.				+	+			+					
Данилочкина Н.	+	+	+	+	+		+	+					+
Петренко С.М.		+	+	+	+	+							
Чумаченко М.Г.				+	+	+	+	+				+	+
Попова Л.В., Ісакова Р.Є., Головина Т.А.					+								+
Чурилова Г.М.		+	+	+	+								
Чувашлова М.В.	+	+	+	+	+								+
Кармінський А.М.		+	+	+							+		+

Примітка: розроблено авторами

Проаналізувавши роботи двадцяти вітчизняних та зарубіжних науковців, виділені елементи системи контролінгу, які зазначаються дослідниками, та підраховані відсотки посилання на них (табл. 2).

Таблиця 2

Визначений перелік основних елементів системи контролінгу

Елементи системи контролінгу	Кількість посилань дослідниками	Відсоток посилань дослідниками
1	2	3
Встановлення цілей	2	10
Планування	16	80
Облік	12	60
Контроль	16	80
Аналіз	15	75
Регулювання	3	15
Управління інформаційними потоками	2	10
Моніторинг	4	20
Складання звітів	2	10
Бюджетування	1	5
Оцінка	2	10
Професіоналізм персоналу	1	5
Вироблення рекомендацій	12	60

Примітка: розроблено авторами

Отже, найчастіше науковці виділяють такі елементи системи контролінгу, як планування (80 %) та контроль (80 %), аналіз (75 %), облік (60 %) та вироблення рекомендацій (60 %), а інші елементи системи контролінгу зустрічаються в 5-15 %.

З позиції системного підходу контролінг складається з таких елементів: структура; завдання; цілі; людські ресурси; техніка. З позиції процесного підходу контролінг має такі складові: безперервний моніторинг ситуації; виявлення проблеми; вибір і прийняття оптимального рішення з врахуванням інтересів керівника й власників; контроль за результатами реалізації прийнятого рішення. З позиції функціонального підходу до складу контролінгу віднесено: планування; організація; координація; облік й аналіз; контроль [5]. Вважаємо, що система контролінгу складається з таких елементів (рис. 1):

1) інформація – інформація про діяльність підприємства, його внутрішнє та зовнішнє середовище, на основі якої буде оцінюватися ступінь досягнення підприємством поставлених цілей, а також здійснюватися реагування на зміну зовнішнього і внутрішнього середовища та пропонуватися й оцінюватися альтернативні дії з точки зору досягнення цілей підприємства;

2) технічне та програмне забезпечення управління інформаційними потоками – інформаційна підтримка прийняття управлінських рішень; надання достатнього об'єму інформації для ефективного управління підприємством;

3) інтелектуальний капітал – інформація й знання, які у сукупності представляють собою «колективний мозок», що акумулює наукові й повсякденні знання працівників, накопичений ними досвід, спілкування та організаційну структуру й інформаційні мережі підприємства;

4) планування – перетворення цілей підприємства в кількісно вираженні прогнози і плани з метою оцінки реальності досягнення поставлених цілей, а також розробка шляхів їх досягнення [6];

5) контроль – фіксація та оцінка фактів, що відбулися, у діяльності підприємства та порівняння їх із очікуваними результатами з метою виявлення відхилень;

6) аналіз – оцінка результатів минулої, теперішньої та майбутньої діяльності підприємства, дослідження економічних процесів в залежності від причин та факторів, що на них впливають;

7) облік – відображення всієї фінансово-господарської діяльності підприємства в ході виконання плану з орієнтацією на інформаційні потреби керівників, на підтримку прийняття управлінських рішень [7];

8) моніторинг – відстеження на підприємстві процесів, які протікають в режимі реального часу; складання оперативних звітів про результати роботи підприємства; порівняння цільових результатів з фактично досягнутими [7].

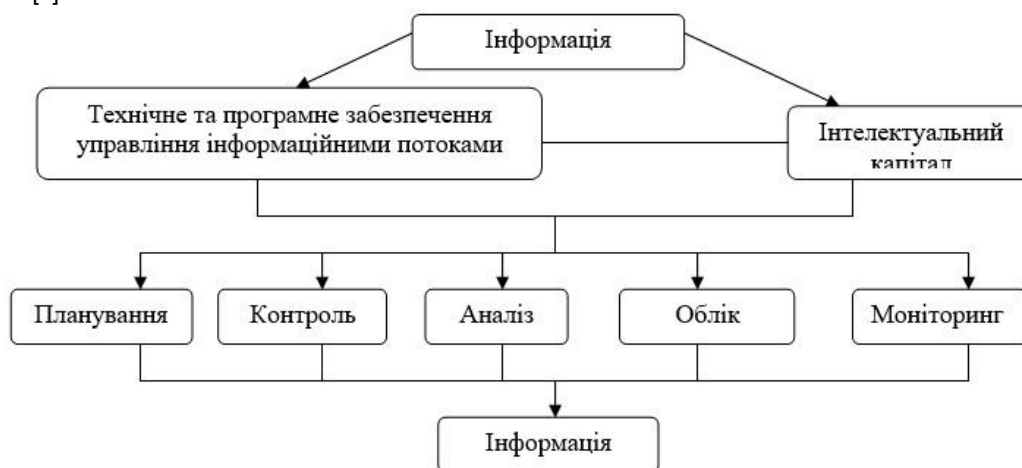


Рис. 1. Елементи системи контролінгу

Примітка: розроблено авторами

Таким чином, дослідивши та проаналізувавши наукові погляди щодо сутності та змісту системи контролінгу, визначено її складові, які пов'язані між собою, та у сукупності складають елементи системи контролінгу підприємства, а саме інформація, планування, контроль, аналіз, облік, моніторинг, технічне та програмне забезпечення управління інформаційними потоками, інтелектуальний капітал.

Список літератури

1. Циганова, О.С. та Каткова, Н.В. (2019). Формулювання дефініції «система контролінгу». *Сталий розвиток економіки: міжнародний науково-виробничий журнал*, 1(42), с. 91-96.
2. Хорват, П. (2009). *Концепция контроллинга: Управленческий учёт. Система отчётности. Бюджетирование*. Перевод с немецкого В. Толкача. Москва: Альпина Паблишерз.
3. Манн, Р. и Майер, Э. (1995). *Контроллинг для начинающих*. Перевод с немецкого Ю.Г. Жукова. Москва: Финансы и статистика.
4. Чумаченко, М.Г. (2007). Контролінг у дію. *Економіка та держава*, 11, с. 4-8.
5. Кузнецова, А.І. (2014). Економічна сутність контролінгу в сучасних умовах. *Ефективна економіка*, [online] 8. Доступно: <<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3246>> [Дата звернення 8 Липень 2020].
6. Тарасюк, Г.М. та Шваб, Л.І. (2003). *Планування діяльності підприємства: навчальний посібник*. Київ: Каравела.
7. Брітченко, І.Г. та Князевич, А.О. (2015). *Контролінг: навч. посібник*. Рівне: Волинські обереги.

Katkova N.V., Tsyhanova O.S.

THE CONTROLLING SYSTEM ELEMENTS ON THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Annotation. The controlling system is an integrative set of interconnected and interacting functional elements that ensure the implementation of its tasks and objectives in order to ensure the sustainable development of the business entity. Based on the generalization of scientists' views, a list of elements of the controlling system is compiled, which includes information, planning, control, analysis, accounting, monitoring, hardware and software for information flow management and intellectual capital.

Key words. Controlling, controlling system, elements.

УДК 629.5.083.5

ПРОЕКТНИЙ ОФІС В УПРАВЛІННІ СУДНОРЕМОНТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Запорожець І.М. к.т.н., доцент

iryna.zaporozhets@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4015-5958

Трушлякова А. Б., ст.викладач кафедри менеджменту

antonina.trushliakova@gmail.com

Національний університет кораблебудування ім.адм.Макарова,

Україна, м. Миколаїв

Анотація. Викладені механізми організації проектного офісу в структурі проектно-орієнтованого виробництва. Визначені функції проектного офісу та менеджера проекту в організаційній структурі управління. Запропоновано інформаційну систему для управління судноремонтними проектами

Ключові слова: проект, підпроект, програма, проектний офіс, субпідрядні організації

Сучасний бізнес характеризується динамічністю, пов'язаною з постійною зміною потреб на ринку, орієнтацією виробництва на індивідуальні потреби замовника, неперервним вдосконаленням технологічних можливостей підприємства. В таких умовах на судноремонтних підприємствах реалізується зміщення акцентів з управління ресурсами на постійний розвиток динамічних бізнес-процесів.

Судноремонтне виробництво є складним організмом, який потребує високого рівня організації управління проектами на підприємстві. Особливості такої операційної системи формують специфіку сучасного судноремонтного виробництва і вони полягають у наступному: одиничне виробництво, виробництво носить дискретний характер, ремонт транспортних суден реалізується з використанням різних технологій, значна кількість субпідрядних організацій на проекті, сезонність.

В процесі реалізації проекту ремонту судна виконується значна кількість робіт, де на кожен пакет робіт призначено технологічний процес, обладнання, оснастка, матеріали, трудовий ресурс. На проект залучаються субпідрядні організації, які мають вузьку спеціалізацію для виконання ремонтних робіт. Залучені субпідрядні організації формують мережеву структуру і тим самим створюють технологічну ділянку, яка забезпечує конкурентоспроможний елемент продукту.

З метою ефективного планування та управління проектом слід розвивати диверсифіковану систему субпідрядних відносин, створивши проектний офіс в організаційній структурі підприємства. Даний структурний підрозділ має інтегрувати роботи в мережевій моделі проекту та вирівнювати завантаження по проекту.

Проектний офіс - елемент інфраструктури підприємства, який забезпечує ефективну реалізацію проекту і портфеля проектів підприємства з використанням сучасних комунікаційних та інформаційних технологій, систем [3]. Організація проектного офісу є показником зрілості системи управління проектами на підприємстві.

Метою є розробка механізму впровадження проектного офісу як структурного елементу в систему управління підприємством для забезпечення конкурентоспроможної реалізації проектів в рамках сучасних інформаційних технологій.

Основний текст. Структура управління судноремонтним підприємством є матрична [1]. Матрична структура відображає вертикальне управління функціональними підрозділами (функціональні керівники) і горизонтальне управління (менеджери проекту) проектами та програмами [2]. У матричній структурі управління компетенції проектного офісу спрямовані на виконання інтеграційної функції та здійснення загального управління діяльністю функціональних керівників та менеджерів проекту.

Функції проектного офісу в структурі управління судноремонтним підприємством:

- формування єдиної інформаційної бази проектів ремонту транспортних суден;
- управління ресурсами проекту, програми, портфеля;
- створення каталогу необхідних компетенцій, навчання;
- формування тимчасового виробничо-технологічного колективу для виконання робіт на проекті;
- розробка та відстеження мережевої моделі проекту;
- моніторинг реалізації проектів, програм;
- координація комунікацій між проектами;
- співпраця з Регістром.

Слід зазначити, що менеджер проекту і проектний офіс в структурі підприємства реалізують різні функції, але їх дії направлені на досягнення стратегічних інтересів, табл 1.

Таблиця 1

Функції менеджера проекту і проектного офісу

Менеджер проекту	Проектний офіс
Досягнення мети проекту	Управління змінами в програмі підприємства
Управління ресурсами проекту	Управління ресурсами підприємства та їх вирівнювання по кожному проекту
Управління змістом, розкладом, вартістю, якістю, комунікаціями проекту	Управління взаємозв'язками проектів на рівні підприємства

Проектний офіс передає свої повноваження конкретному менеджеру проекту, таким чином адміністративно підтримує за допомогою певного спеціаліста, зайнятого на цьому проекті. Менеджер співпрацює з проектним офісом.

Створення проектного офісу пов'язано із сучасними інформаційними системами, які комплексно вирішують задачі управління проектами. На ринку інформаційних систем представлені наступні програмні продукти управління проектами:

- локальні системи призначені, в основному, для автоматизації за одним або декількома напрямками;
- середні інтегровані системи призначені для управління виробничим підприємством й інтегрованого планування виробничого процесу;
- великі інтегровані системи класу MRPII та ERP мають на меті інтегрувати всі основні процеси, які реалізуються на підприємстві.

Для планування та управління проектом судноремонтного виробництва слід запропонувати локальну інформаційну систему MS Project, яка розроблена і супроводжується Microsoft. Поєднання MS Project з хмарними технологіями дозволяє створювати клієнтські бази інформації і проводити аналіз відповідно потребам проекту. На ринку під маркою Microsoft Project доступні відразу декілька продуктів і рішень.

1. Хмарні рішення:

- Project Online базовий.
- Project Online професіональний.
- Project Online розширений.

2. Локальні рішення:

- Project стандартний.
- Project професіональний.
- Project Server

Дані програмні продукти дозволяють вирішувати задачі на різних рівнях управління: 1. На рівні відповідальних виконавців по роботах проекту:

- управління розкладом і витратами проекту;
- своєчасне отримання документів на проект;
- своєчасне реагування на зміни в проекті;
- нарахування заробітної плати учасникам проекту;
- управління контрагентами проекту.

2. На рівні менеджера проекту:

- відстеження ходу реалізації проектів по діаграмі Ганта, і мережевій моделі проекту;
- управління ресурсами і задачами проекту;
- управління бюджетом проекту;
- управління змінами в проекті.

3. На рівні проектного офісу:

- управління фінансовою моделлю програми;
- управління трудовими, матеріальними, інформаційними ресурсами програм;
- управління субпідрядними організаціями;
- формування і управління базою знань проектів судноремонтного виробництва.

MS Project забезпечує вирішення наступних задач:

1. Розробка і аналіз планів проектів ремонту суден. План проекту включає формування складу робіт, їх тривалості і взаємозв'язку, аналіз календарного плану. Тут забезпечується узгодження плану кожного проекту з планами робіт структурних підрозділів підприємства.

2. Формування списку ресурсів проекту з їх прив'язкою до робіт проекту, аналіз і вирівнювання ресурсів.

3. Планування вартості проекту.

4. Складання розкладу проектів.

5. Відстеження ходу виконання проектів (метод освоєного обсягу та ін.).

6. Завершення проекту і складання звітів (акти виконаних робіт і ін.).

7. Управління програмою судноремонтного виробництва.

Використання системи MS Project в умовах судноремонтного підприємства забезпечить:

1. Підвищення якості управління судноремонтним виробництвом на всіх рівнях.

2. Обґрунтовану мінімізацію всіх видів ресурсів в проектах судноремонту.

3. Стала взаємодія членів проектних команд і функціональних керівників, що беруть участь в реалізації проектів.

В інформаційній системі управління проектами субпідрядних організацій реалізується через створення підпроектів, рис 1. Проект ремонту включає файли підпроектів. Для виконання кожного підпроекту використовується єдиний пул ресурсів. Тому задача вирівнювання ускладнюється тим, що вирівнювати кожний ресурс потрібно не в рамках одного підпроекту, а в рамках всього проекту ремонту судна.

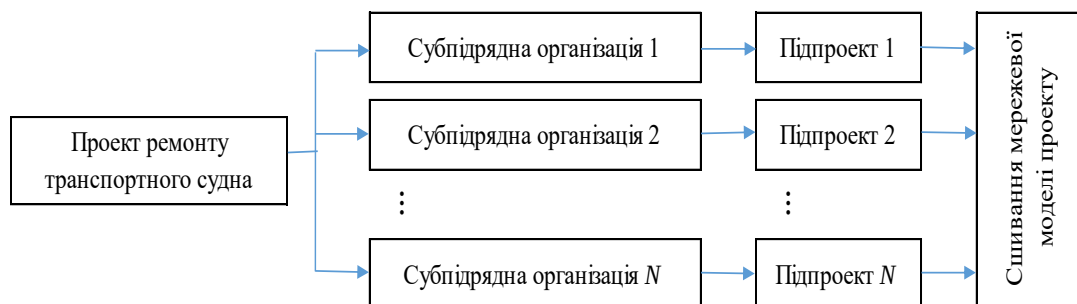


Рис.1. Формування пулу ресурсів в проекті ремонту транспортного судна

Інформаційна система MS Project має функціональні можливості: створити єдиний пул ресурсів, призначати ресурси на задачі проекту з єдиного пулу, вирівнювати ресурси по всьому проекту з урахуванням всіх підпроектів, встановлення зв'язків між задачами проекту і підпроекту, моніторинг виконання підпроекту за допомогою метода освоєного обсягу.

Контроль і управління проектом є процесом відстеження і регулювання для досягнення цілей проекту. При здійсненні моніторингу проекту застосовують базовий план. В результаті аналізу відхилень від базових показників створюють новий варіант плану проекта. З урахуванням особливостей судноремонного виробництва, де значна кількість непередбачуваних робіт і чим частіше використовується зворотній зв'язок, тим більша вірогідність обійтись без перепланування проекту.

В системі MS Project реалізовані наступні методи моніторингу фактичного виконання проекту:

- простий контроль, застосовується до окремих робіт структурної декомпозиції;
- детальний контроль, використовують для робіт з вимірюючим обсягом;
- поєднання простого і детального контролю.

Даний інструмент дозволяє формувати і управляти інформацією по проекту, а також переносити її інші офісні продукти Microsoft. А інтеграція MS Project з обліковими системами і системами управління підприємства дозволяє відстежити хід реалізації проекту по методу освоєного обсягу і приймати своєчасні управлінські рішення.

Висновки. Організація проектного офісу в системі управління судноремонтним підприємством дозволяє отримати можливість прогнозувати терміни реалізації проектів і пропонувати більш якісний сервіс.

Література

1. Запорожец И. М. (2010) Бюджетирование в системе управления судостроительным предприятием. Київ. Економіст. – № 7. – С. 46-47.
2. Запорожец И. М. (2010) Управление стоимостью в проектах судоремонтного предприятия. Миколаїв. Зб. наук. пр. НУК. – № 4. – С. 154-161.
3. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (PMBOK, Guide, 5 edition), PMI, (2013).

PROJECT OFFICE IN MANAGEMENT SHIP REPAIR PRODUCTION

Iryna M. Zaporozhets

Trushliakova A. B.

Abstract. The mechanisms of organization of the project office in the structure of project-oriented production are stated. The functions of the project office and the project manager in the organizational management structure are defined. An information system for ship repair project management is proposed

Key words: project, subproject, program, project office, subcontractors

УДК 330.322.3:37

ВИМІРЮВАННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Канаш О.Є., магістр, аспірант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

alesia0203mandra@gmail.com

Анотація. У доповіді, в контексті дискусій, які розгорнулися на сторінках друкованих та електронних наукових видань, висвітлено бачення автора щодо структури факторів сучасного промислового виробництва, серед яких чинне місце посідає людський капітал. Запропоновано використання виробничої функції для кількісного вимірювання його впливу на економічну діяльність підприємства.

Ключові слова: економіка; виробничі чинники; людський капітал; економічна діяльність; промисловість.

Вступна частина. Світ, що нас оточує, перебуває у стані безперестанних метамарфоз з позитивними та час від часу, як це не прикро, із негативними наслідками. Причини змін, за яким би вектором вони не відбувалися, не є універсальними і перебувають у центрі чисельних та напружених наукових дискусій [1, 2, 3, 4, тощо]. Аналіз думок, викладених їх учасниками, засвідчує, що склад та структура чинників, які обумовлюють інтенсивність та глибину трансформації, різняться, в залежності від того, про яку саме систему йдеться: за масштабами, призначенням, особливостями внутрішньої будови, характером обмінів з оточуючим середовищем.

Узагальнення виконаних спостережень за господарською практикою реального сектору підтверджує: їх визначальною місією є створення матеріальних умов життя людей. Її виконання стає здійсненням за умов залучення до утворювального процесу факторів виробництва, або, інакше кажучи, економічних ресурсів. Автори всесвітньовідомої енциклопедії «[Britannica](#)» вважають: «Продуктивні фактори зазвичай класифікують за трьома групами: [земля](#), [праця](#), [капітал](#)» [5]. Цю ідею розвивають та доповнюють дослідники економіки моря. Так, скажімо, Парсяк В.Н. [6, с. 30-40] пропонує, і не безпідставно, як ми вважаємо, ввести у склад природних чинників виробництва, окрім ріллі - земель сільськогосподарського призначення, корисних копалин, ще й біологічні ресурси, сконцентровані у верхніх шарах Світового океану.

Основна частина. Існує переконання [7,8,9] і ми погоджуємося з його прихильниками, що у підґрунті піднесення суб'єктів господарювання, без відносно до розмірів та виду діяльності, домінуючого в структурі бізнесу, перебуває розвиток продуктивних сил – сукупності речового та особистісного (в контексті нашого дослідження він набуває особливого значення) факторів (ресурсів) виробничого процесу. Їхня конструкція в узагальненому вигляді представлена на схемі (рис. 1).

Якщо скористатися показником (Π), що характеризує економічні результати діяльності підприємства (наприклад, загальною факторною продуктивністю або прибутком), то для вимірювання внеску у його зростання чинників, визначених на схемі, можна використати таку виробничу функцію:

$$\Pi = f(K, L, H) = f(K, Z, T, I, P_{np}, P_i) \quad (1)$$

Припустимо, що в межах обсягів його закупівель підприємством природний капітал залишається незмінним, а підприємницька ініціатива вимірюється обсягами капітальних інвестицій (K_i). Вважаємо це цілком

природним. І от з якої причини: технологічний прогрес індустрії, коли б і де б він не відбувався, неможливий без попереднього накопичення капіталу, що інвестується у дослідження та розвиток, які продукують винаходи та інновації (комерціалізованих винаходів).

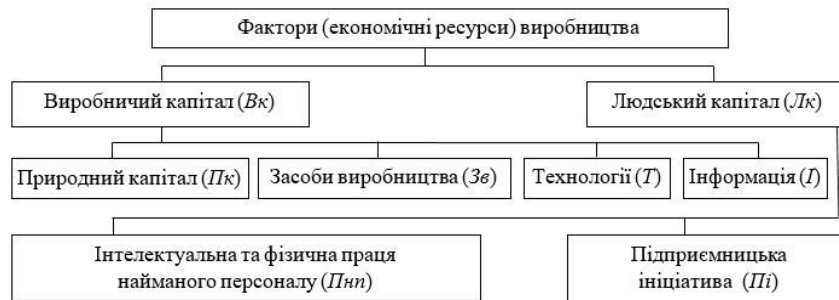


Рис. 1. Будова продуктивних сил матеріального виробництва

Тоді формула 1 набуває наступного вигляду:

$$\Pi = f(Z_v, T, I, \Pi_{np}, K_i) \quad (2)$$

Що може цікавити нас перш за усе? Звичайно, що продуктивність кожного з наведених чинників (Π_{pi}) – співвідношення економічного результату до вартості i -го вхідного ресурсу (V_{pi}). Інакше кажучи, – ресурсовіддача:

$$\Pi_r = \Pi / V_{pi} \quad (3)$$

Оскільки знайти бодай два абсолютно ідентичних підприємства, навіть в межах одного виду економічної діяльності або регіону неможливо, то для кожного з них частка внеску i -го ресурсу у приріст економічного результату ($\Delta \Pi, \%$) буде відрізнятися. Наприклад, частка виробничого капіталу складатиме 60 %, а частка людського капіталу – 40 %. З подальшим розподілом по складовим (скажімо, Z_v – 20 %, T – 30, I – 10 %; Π_{np} – 25 %, K_i – 15 %). Скориставшись отриманими результатами, переходимо до розрахунку приріст результату економічної діяльності підприємства:

$$\% \Delta \Pi = 0,20 (\% \Delta Z_v) + 0,30 (\% \Delta T) + 0,10 (\% \Delta I) + 0,25 (\% \Delta \Pi_{np}) + 0,15 (\% \Delta K_i) \quad (4)$$

З того, що викладено вище, впливає: економічні результати господарських систем (від усієї країни до мікропідприємства) обумовлюються спільним впливом чинників виробництва, які перебувають у постійному русі та взаємодії.

Науковцям старшого та навіть середнього покоління добре відоме їх ленінське трактування: «Перша продуктивна сила всього людства є робітник, трудящий» [9, с. 359]. Але не думаємо, що воно до цієї пори продовжує залишатися актуальним. І не з тієї лише причини, що основоположник вчення про диктатуру пролетаріату втратив статус фетишу, об'єкту беззаперечного поклоніння та безоглядного цитування. Головне полягає у тому, що їх уявлення з відповідного приводу формувалися на дослідженні виробничих відносин середини IX та початку XX сторіч. Вдаючись до образної поетичної мови: «Не той тепер Миргород й Хорол-річка не та».

Для того, щоб переконатися в цьому, вважаємо за потрібне застосовувати історико-аналітичний метод та за його допомогою переглянути ретроспективу переворотів, які відбулися у виробничому та людському капіталах, як невід'ємних складових продуктивних сил. Це самостійне наукове завдання визначає напрямок продовження нашого дослідження.

Висновки. 1. Для того, щоб забезпечити виважене та далекоглядне управління організаціями, чи-то є виробничі підприємства будь-яких видів діяльності, чи організації неприбуткової сфери, включаючи заклади вищої освіти, потрібно добре розумітися на змінах, що відбуваються в структурі на якісному змісті продуктивних сил матеріального виробництва. 2. Доведено, що вони складаються з двох ключових груп: виробничого капіталу та людського капіталу, який, в свою чергу, містить такі компоненти, як праця найманого персоналу й підприємницька ініціатива. Роль та вплив кожного з них має вивчатися та кількісно вимірюватися. Для цього запропоновано виробничу функцію.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Carvache-Franco O.D, Gutierrez G., Barreno E.Z. (2018) The Key Factors in Social Innovation Projects. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 9 (5), p.107-116.
- [2] Sanjay K., Manish D., Zude Z. (2016) Evaluation of factors important to enhance productivity. *Cogent Engineering*, 3. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.2016.1145043?needAccess=true>.
- [3] Haenisch J.P. (2012) Factors Affecting the Productivity of Government Workers. *Sage open*, 2. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244012441603>.

- [4] De Grip A., Sauermann J. (2013) The effect of training on productivity: The transfer of on-the-job training from the perspective of economics. *Educational Research Review*, 8, 28–36.
- [5] Factors of production. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/topic/factors-of-production>.
- [6] Парсяк В.Н. (2018) Економіка моря. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 390 с.
- [7] Khosroeva N., Blieva J. (2016) Labor and property as factors of system formation of production relations. *Azimuth Res.: Econ. Manage.* 4(17), 5, p. 376–378 (2016).
- [8] Cuadrado-Roura J. R., Maroto-Sánchez A. (2009) Regional productivity convergence and changes in the productive structure. Regional policy, economic growth and *convergence*. Springer, Berlin.
- [9] Farinyuk Y., Glebova A., Kotelnikov K. (2020) The Estimation of Factor Activity of the Productive Forces of the Region. *Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age. Studies in Systems, Decision and Control*, 282. Springer, Cham.
- [9] Ленин В.И. (1974) I всероссийский съезд по внешкольному образованию. Приветственная речь. Полное собрание сочинений, 38. URL: <http://uaio.ru/vil/38.htm>

Kanash O.Ye., magister (Economics), postgraduate.

Measurement of the influence of human capital on the results of economic activity of the enterprise.

Abstract. The author's vision of the structure of modern industrial production factors, among which the human capital plays an important role, is clarified in the report in the context of discussions that took place in the pages of printed and electronic scientific publications. The use of the production function to quantifying its impact on the economic activity of the enterprise is proposed.

Keywords: economy; production factors; human capital; economic activity; industry.

Секція. 11.

ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

УДК 378(477)(091)

ГУМАНІТАРНА ОСВІТА В ТЕХНІЧНИХ ЗВО: НОВІ ВИКЛИКИ, УКРАЇНА І НУК

Бобіна Олег Валерійович, кандидат історичних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін¹, Вашкевич Віктор Миколайович, доктор філософських наук, професор кафедри соціальної філософії, філософії освіти та освітньої політики²

¹Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова; ²Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова

¹Україна, Миколаїв; ²Україна, Київ

¹oleg.bobina@nuos.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1920-8341>; ²gileya.org.ua@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1312-4315>

Анотація. Сучасна фахова освіта не може бути вузько спеціалізована. Фахові знання швидко втрачають свою актуальність, через прискорений розвиток науки й технологій. Особистість може зберегти себе в сучасному світі за допомогою гуманітарних базових принципів. НУК має свої традиції гуманізації й гуманізації вищої інженерної освіти.

Ключові слова: освіта, інженер, гуманітарний, НУК, історія, компетентності, перспектива.

Значення гуманітарної й соціально-економічної підготовки для інженерів вищої кваліфікації не піддається сумніву ніде у світі. Суперечки йдуть лише про обсяг часу для дисциплін відповідного циклу. У розвинутому євроатлантичному світі немає єдиної моделі і стандартів викладання гуманітарних і соціальних наук. І якщо в Британії цим дисциплінам приділяють мінімум уваги (в силу освітніх традицій, але й там інженери вивчають інженерний менеджмент і право), то в США від 15% до 20% навчального часу виділяють на дисципліни гуманітарного й соціального циклу. Роль комуністичної партії Китаю, її історія, ідеї Мао залишаються в програмах усіх вищих закладів освіти цієї країни. Українська вища освіта пройшла складний шлях від заідеологізованих навчальних дисциплін до повного Хаосу і невизначеності. З одного боку, це лякає, а з іншого залишає певні можливості. Керівництво НУК у цьому сенсі зрозуміло і зберегло в тих межах, що можливі, гуманітарну підготовку інженерів.

Другий напрям розвитку гуманітарної підготовки інженерів – відкриття освітніх програм підготовки бакалаврів гуманітарного й соціального спрямування. Недолугими можна назвати думки про неможливість підготовки правників, філологів, журналістів у технічних ЗВО. Хрестоматійним уже став приклад відкриття в 1959 р. психологічної лабораторії в MIT, згодом відкриття факультету психології, а зараз інституту досліджень мозку з бюджетом у 350 млн \$ на двадцять років і це все в межах Школи гуманітарних і соціальних наук і мистецтва. Таким же хрестоматійним є приклад Caltech з його гуманітарними програмами. Найбільші технічні вищі школи України мають свої потужні системи гуманітарної підготовки. Але недоброясісна правляча верхівка постійно продукує і викидає в широкий загальний думки про «перевиробництво» юристів, економістів, філологів та ін. Зрозуміло, що ці думки прикривають загальну тенденцію – зменшення бюджетного фінансування системи ЗВО. Але незважаючи на це, всупереч недолугій політиці, технічні ЗВО розвивають свої гуманітарні й соціальні школи. НУК має свої традиції у сфері й гуманізації, і гуманітаризації навчання.

Якщо ми говоримо про гуманізацію навчання й особливо, рівноправне ставлення до студентів, то «НКІ»/НУК завжди відрізнявся і відрізняється дотримання цього принципу серед інших ЗВО Миколаєва. Якщо ми говоримо про неідеологізовану гуманітарну освіту, то її витoki сягають кінця 80-х – початку 90-х рр. XX ст. На чолі цього процесу стояв ректор Александров М. М., який поєднав у собі «технаря», спортсмена й естетично-розвинуту особистість, яка розуміла значення гуманітарної освіти для інженера. На таку позицію вплинули і стажування в США і Британії. За його ініціативи і підтримки на початку 90-х рр. почалася реорганізація гуманітарної освіти в кораблебудівному інституті. Була створена велика кафедра соціально-гуманітарних дисциплін, що викладала теорію, і кафедра культурології, яка була орієнтована на практичну естетичну діяльність. Була створена Музична вітальня. А згодом, усе це мало бути об'єднано в Гуманітарний інститут. Вже у 1992 р. маємо «Програму гуманітарної підготовки студентів» (Для підготовки інженера, 1992-1995 рр.). програма визначала мету, завдання, принципи, структуру гуманітарної підготовки. Мета гуманітарної підготовки – створення умов для всебічного розвитку особистості студента, який орієнтується на загальнолюдські, гуманістичні цінності, який долає технократичне і вузькопрофесійне мислення, і має розвинуте почуття професійної й моральної відповідальності. Серед основних завдань ставились, у тому числі і такі: розвиток основ світобачення, що забезпечує самовизначення фахівця в системі загальнолюдських цінностей, гнучку орієнтацію у швидкоплинному світі; засвоєння студентами методології пізнання і творчості, практичної діяльності й соціальної поведінки як головних умов досягнення успіху в житті, і за необхідності швидкої перекваліфікації і переорієнтації життєвих планів. Серед принципів гуманітарної підготовки визначились: демократизація навчального процесу, безперервний характер гуманітарної освіти протягом усього строку навчання в інституті, поєднання базового і варіативного компонента навчального процесу у сфері гуманітарної підготовки та ін.

Програма представляла вісім напрямів теоретичної підготовки: філологія (іноземна мова й українська мова), історія, філософія, культурологія, політологія-соціологія, економіка, право, фізична виховання. Пропонувалось 38 спецкурсів за цими напрямками. Практична частина включала в себе не лише заняття у вокальній студії, духовому оркестрі, участь у рок-групі, навчання гри на електрогітарі, баяні фортепіано, але й участь у театрі мод, драматичному театрі, студії молодих літераторів. Була навіть студія фотомоделей. Про те, як реалізовувалася ця ідея згадує В. Ю. Черницький [Всі матеріали в архіві автора].

До початку 90-х рр. відносяться і перші спроби відкриття нових гуманітарних спеціальностей. І якщо «Право» вдалося відкрити, то зі спеціальністю «Психологія», через різні об'єктивні й суб'єктивні причин цього зробити не вдалось. На чолі цих процесів, поряд із ректором стояли відомі викладачі – Вашкевич В. М., Коваль М. Г., Черницький В. Б., Щукін Є. О. Після смерті Александрова М. М. процес загальної гуманітаризації загальмувався. Але швидко розвивались спеціальність «Правознавство». Викладачі кафедри соціально-гуманітарних дисциплін здобули унікальний досвід політехнологічної діяльності. Активно працювала «Музична вітальня» і творчі студентські колективи.

Та в 1998 р. ідея Гуманітарного інституту отримала своє «нове дихання». А у 2000 р. відкрито ще три нові спеціальності: «Прикладна лінгвістика», «Дизайн», «Олімпійський і професійний спорт». Разом із спеціальністю «Правознавство» вони склали основу Миколаївського гуманітарного інституту.

Разом з тим, в перше десятиліття XXI ст., політикою Міністерства освіти і науки України різко зменшувалась кількість годин на викладання дисциплін гуманітарного і соціального блоку. Відкрито почав реалізовувати цю політику міністр освіти в т. зв. «Помаранчевому уряді» Вакарчук І. О. (1947–2020). Через скорочення годин перестали викладатись етика, релігієзнавство, культурологія, конфліктологія. До мінімуму зменшено викладання філософії, історії, політології, соціології, економіки, права. І це в умовах нестійкої демократії, відсутності громадянських і академічних свобод, збереження промосковських інтелектуальних традицій і практик. В НУК дуже обережно ставились до новачків міністрів, які керували освітою не більше двох-трьох років. Завдяки таким підходам вдалось зберегти викладання базових гуманітарних дисциплін. Збереження викладання цих дисциплін в НУК є безсумнівним досягненням всього колективу. З 2016 р. всі ЗВО України почали реалізовувати політику «вільного вибору дисциплін». Це відкриває певні можливості для виживання гуманітарних і соціальних дисциплін.

В 2018–2019 рр. гуманітарна освіта в НУК посилилась відкриттям нових спеціальностей: «Психологія», «Реклама і зв'язки з громадськістю». В 2020 р. підготовлена ліцензійна справа нової спеціальності. Таким чином НУК, на початок третього десятиліття XXI ст., має досить потужну гуманітарну складову як загально-фахової підготовки інженерів так і спеціалізованої гуманітарної підготовки. В сучасну систему гуманітарної підготовки в НУК входить Гуманітарний інститут (п'ять спеціальностей), Факультет морського права, виставкова зала «АРГО», три музеї. Зрозуміло, що тепер стоїть питання перспектив розвитку гуманітарної підготовки в НУК. І якщо внутрішні умови (підтримка адміністрації і колективу, фінансові умови, кадровий потенціал) сприяють

такому розвитку, то зовнішнє середовище – політика держави у сфері вищої освіти – не дає такої впевненості. Сучасна політика включає в себе обмеження фінансування, скорочення кількості ЗВО, жорсткі (майже такі що не можна виконати) умови ліцензування та акредитації, штучні обмеження для розвитку регіональної (провінційної) освіти, намагання зосередити вищу освіту в кількох великих центрах України, ігнорування принципу автономії вищих навчальних закладів (особливо в сфері фінансів) та ін. Все це негативно впливає лише на розвиток не гуманітарної освіти.

Але сучасна дійсність і реальне життя свідчить про нові якості і змісти всієї освіти, які мають бути реалізовані. Так євроатлантичний світ вимагає нових якостей від фахівця вищого класу. Ці якості пов'язані з soft skills, emotional intelligent (EI), соціальною інженерією, корпоративною етикою, екологізмом, психологічним здоров'ям, здоровим способом життя. Так в 2006 р. Європарламент і Рада Європи визначили вісім базових компетентностей особистості, які дозволяють їй реалізувати свій життєвий потенціал протягом всього життя, і набуваються в процесі навчання теж протягом свого життя. До таких компетентностей відносять вміння спілкуватись рідною і іноземною мовами; математична грамотність і базові компетентності в науці і технологіях; комп'ютерна грамотність; опанування освітніх навичок; соціальні і громадянські компетентності; почуття новачки і підприємництва; знання і здатність самовираження в культурній сфері. В 2018 р. Євросоюз оновив компетентності [1].

Таким чином якісні показники визначені. А от шляхи досягнення, через позицію держави губляться в тумані невизначеності. Лише завдяки великим зусиллям ЗВО гуманітарна складова вищої технічної освіти продовжує розвиватися.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Локшина, О. І. (2019). Європейська довідкова рамка ключових компетентностей для навчання впродовж життя: оновлене бачення 2018 року. *Український педагогічний журнал*, 3, 21-30.

Bobina Oleg, Vashkevych Viktor

Humanities education in technical institutions of higher education: new challenges, Ukraine and NUS
Modern vocational education cannot be narrowly specialized. Professional knowledge is rapidly losing its relevance due to the accelerated development of science and technology. A person can preserve himself in the modern world with the help of humanitarian basic principles. NUS has its own traditions of humanization and humanization of higher engineering education.

Key words: education, engineer, humanitarian, NUS, history, competencies, perspective.

УДК 811:378.6

РОЗВИТОК МОВНОЇ ОСВІТИ У ВИЩИХ ЗАКЛАДАХ МОРСЬКОГО ПРОФІЛЮ У XX- НА ПОЧ. XXI СТ.

Трибулькевич К. Г.

доктор педагогічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна, м. Миколаїв

<https://orcid.org/0000-0002-1907-7011>

Tribulkevich@gmail.com

Анотація

Здійснено аналіз етапів розвитку морської освіти у період з 1900 до 2019 рр.. Визначено роль вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю на прикладі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Зроблено висновок про три піки зростання уваги до вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю.

Ключові слова: заклади вищої освіти морського профілю; іноземні мови; прикладна лінгвістика; історія морської освіти; суднобудування; професійні компетенції; Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, міжкультурна комунікація.

Вступна частина. Вимогою часу є підготовка висококваліфікованих фахівців зі знанням іноземної мови, готовністю до міжкультурної комунікації, міжнародної професійної взаємодії, адаптованих до полікультурного соціального простору. Проте важливість вивчення іноземних мов у закладах морського профілю була очевидною і у більш ранній період.

Дотримання Закону України «Про заходи щодо державної підтримки суднобудівної промисловості України», слідування Манільським правам 2010 року до Кодексу підготовки моряків, дотримання вимог Конвенції про працю в морському судноплавстві, реалізація стратегії «Європа – 2020» та основні освітні

завдання згідно законів України «Про вищу освіту» від 01.07.2014, «Про освіту» від 05.09.2017, указу Президента України «Про національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» та Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 р.» вимагає оновлення морської освіти, де особливе місце посідає вивчення іноземних мов.

Питання морської історії України вивчали З.Аркас, Е.Аренс, Д.Афанасьєв, Д.Багалій, Д.Бантиш-Каменський, П.Белавенець, Л.Бескровний, Л.Блінов, Г.Боплан, А.Борисов, А.Бубнов, В.Віноградов, Ю.Гришина, О.Зелений, С.Корякін, М.Мамчак, С.Огородніков, А.Скальковський, С.Рожественський, Д.Яворницький та ін. Окремі напрями функціонування водогосподарської галузі та діяльності морських закладів вищої освіти досліджували Т.Аверочкін, М.Бабишена, О.Бобіна, Б.Бугаєнко, С.Буценко, А.Галь, А.Гогоренко, В.Горбов, В.Демиденко, Б.Димо, В.Доценко, В.Зуєва, Н.Костенко, В.Кривоцьоків, В.Кузьменко, В.Матвеев, В.Наливайко, О.Попов, Г.Романовський, В.Сергеев, М.Скрицький, С.Соловьев, А.Солодовник, Є.Трушляков. Реформування професійної підготовки плавскладу, теоретичні та методичні засади професійної та морської освіти відображено у роботах Л.Герганова, М.Гончара, А.Лещенко, І.Лікарчука, А.Ляшкевич, Я.Нагрибельного, І.Рябухи, М.Сотер, Н.Терентьевої, В.Ходаковського, О.Чорного, В.Чернявського, Н.Філіппової, С.Шмалей та ін. Однак питання вивчення іноземних мов у морських закладах вищої освіти залишається актуальним.

Метою статті є аналіз етапів розвитку морської освіти у період з 1900 до 2019 рр., визначення ролі вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю на прикладі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Основна частина. При аналізі етапів розвитку морської освіти за основу було взято періодизацію А.Ляшкевич [3, с. 17].

Згідно до структурно-логічного підходу, можна виокремити наступні етапи розвитку морської освіти. Перший, законодавчий, 1900 – 1920 рр.. Означений значною кількістю нормативних актів, таких як наказ «Про зміну діючих правил про судноводіїв на морехідних суднах торгівельного флоту», положення 1902 і 1905 рр., що регламентували систему підготовки судноводіїв і судномеханіків.

Цей період характеризується введенням нових типів морських навчальних закладів: чотирирічні училища судових механіків, трирічні школи судових механіків, курси з механічної спеціальності. Морехідні класи трансформовано у морехідні школи. У м. Херсон з'являється училище далекого плавання, у м.Одеса починає роботу училище торгівельного мореплавства. Створено Петербурзький політехнічний інституту з комерційним, електромеханічним і кораблебудівним відділенням. Започатковано миколаївське середнє механіко-технічне училище чотирікласного типу, що готувало спеціалістів середнього технічного рівня з механіки, електромеханіки, суднобудування та будування шляхів. Проте його історії передувало чотирирічне функціонування першого в світі училища корабельної архітектури, що було створене у 1798 році. У 1920 році у м.Миколаєві було створено політехнічний технікум, який до 1930 р. функціонував на правах закладу вищої освіти, що готував інженерів. Загальна система морської освіти 1917-1920 рр. включала сімнадцять закладів (4, с.13).

Соціальні передумови зміни суспільного ладу зумовили і оновлення змісту освіти. Загальноакадемічні дисципліни зазнали змін, тоді як спеціальні залишилися. Методи навчання відповідали реаліям освітнього процесу, що були ускладнені втратою матеріальної бази та відмовою від підручників імперської доби. А отже більшість практичних було замінено пояснювально-ілюстративними методами.

Наступний період, за класифікацією А.Ляшкевич, довоєнного розвитку (1920-1941 рр.) знаменовано масовим відкриттям технікумів, зміцненням матеріальної бази та якісним покращенням кадрового потенціалу. Успішно функціонували Херсонське й Одеське морехідні училища, морехідні школи, школи юнг, судномеханічні й суднобудівні технікуми, ремісничі училища, Миколаївський індустріальний технікум, що трансформувався у Миколаївський кораблебудівний інститут, Одеський інститут інженерів водного транспорту.

Отже морська освіта в цілому якісно покращилась, адже рівень підготовки зріс від кваліфікованого робітника до інженера. Основними методами навчання продовжували залишатися пояснювально-ілюстративні та репродуктивні. Примітним є демократизація управління закладами вищої освіти, де до складу педагогічних рад входять студенти.

У цей період на базі закладів морської освіти створюються осередки вивчення іноземних мов. Так, у Миколаївському кораблебудівному інституті у 1936 році було створено кабінет іноземних мов, який у 1936 році трансформувався у кафедру іноземних мов. Методичний кабінет кафедри було забезпечено бібліотекою іноземної літератури, плакатами, кресленнями суден з назвами іноземною мовою. Співробітники кафедри забезпечували переклад статей і монографій.

1941-1945 рр. характеризуються призупиненням діяльності більшості закладів вищої освіти морського профілю. В умовах евакуації працював Миколаївський кораблебудівний інститут, що зберігав і примножував традиції морської освіти.

Період післявоєнного відновлення (1944-1959 рр.) характеризується інтенсифікацією діяльності закладів вищої освіти морського профілю на вимоги індустріального відродження. Так, у Миколаївському кораблебудівному інституті, спеціальним рішенням Мінсудпрому СРСР та Мінвузу СРСР було організовано факультет трирічного прискореного навчання. Протягом 1955-1958 рр. підготовано чотири групи керівного складу суднобудівних заводів країни.

У навчальних планах присутній загальноосвітній, загальнотехнічний блоки, спецдисципліни, військово-фізична підготовка та технологічна і плавальна практика. Визначальним у змісті освіти стає прикладний компонент. Його наповнення регулюють Головносудмех, згодом Головакдри, міністерство освіти і міністерство морського флоту. Розробленням методичних засад викладання займаються Центральний навчально-методичний кабінет Міністерства морського флоту та наукова група Одеського вищого інженерноморського училища. Значна увага надається методичній та науковій роботі викладачів.

Етап професійного гігантизму (1959-1991 рр.) вважають періодом розквіту суднобудівної галузі та морської освіти. Адже нові вимоги в суднобудуванні вимагали все нових і нових висококваліфікованих фахівців. Ця епоха окреслена будівництвом авіанесучих кораблів та інших типів суден. Стрімкий розвиток суднобудівної галузі зумовив поділ праці на низькокваліфіковану і висококваліфіковану. У зв'язку з цим до морських училищ стали приймати на базі повної і неповної загальної середньої освіти.

У 1970-х роках до пріоритетних предметів, що визначали професійну кваліфікацію фахівця, поруч із навігацією, лоцією, метеорологією, будовою і технічною експлуатацією корабля, введено іноземну мову, переважно англійську. Заклади вищої освіти морського спрямування у більшості випадків належали до вищих навчальних закладів закритого типу з потужною матеріальною базою, од якої входили бібліотеки, яхт-клуби, морські музеї, студентські містечка та спортивно-оздоровчі табори.

Розвиток морської освіти в Українській незалежній державі (з 1991р.) вимагав прийняття нових викликів часу. 1991-1995 рр. стали роками невизначеності у нормативно-правовому полі, коли доля Чорноморського флоту з'ясовувалась, переглядалась потреба у будівництві суден у звичних обсягах та змінювались засади вищої освіти в Україні.

У сфері вищої освіти з'являється багато нових закладів приватної форми власності. Бюджетне фінансування значно зменшується, що ускладнює конкуренту спроможність закладів вищої освіти морського типу.

Відбулися зміни у типах закладів вищої освіти морського профілю. Так, Миколаївський кораблебудівний інститут став Українським державним морським технічним університетом, а згодом Національним університетом кораблебудування імені адмірала Макарова. А морські навчальні заклади м.Херсона і Одеси стали академіями, до складу яких увійшли морські ліцеї, коледжі, заочні відділення та інститути підвищення кваліфікації. Для кінця XX століття властиве відкриття філій закладів вищої освіти морського типу.

І.Рябуха визначає наступні тенденції розвитку морської освіти сучасного періоду: на індивідуальному рівні – створення науково-методичних комплексів викладання навчальних предметів, професійне визнання і матеріальна підтримка держави (премії, гранти) найбільш вагомих внесків у розвиток освіти, розробка і впровадження інноваційних методів і прийомів навчання (тренажерів-імітаторів); на державному рівні – зростання кількості суб'єктів системи морської освіти (збільшення здобувачів освіти, викладачів навчальних закладів, науковців), демократизація відносин між учасниками освітнього процесу, вплив політичних чинників на пріоритети розвитку освіти, інтегрування власного минулого та сучасного зарубіжного досвіду в педагогічну практику, урахування місцевих особливостей у навчальних планах, упровадження нових форм навчання (дистанційна), перехід до концепції виховання на загальнолюдських цінностях; на регіональному рівні – перетворення провідних морських навчальних закладів на науково-методичні центри різнорівневої освіти, створення монополій у сфері освітніх послуг; на локальному рівні – участь у спільних галузево-освітніх проектах, програмах обміну зокрема [4, с. 21].

Програмі обміну сприяє активізація вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю. Так, студенти Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова на безоплатній основі додатково до вивчення англійської, французької і німецької мови, мають можливість опановувати китайську мову. При університеті функціонує Центр тестування Міжнародного тесту PTE (Pearson Test of English).

З 2001 року у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова функціонує кафедра прикладної лінгвістики, що виконує завдання удосконалення підготовки науково-педагогічних кадрів у

напрямі підвищення професійних вимог до атестації викладачів, підвищення викладачами своєї наукової кваліфікації, завершення та оформлення дисертаційних досліджень викладачами, залучення провідних спеціалістів до навчального процесу; розвиток науково-дослідної роботи з нового напрямку підготовки (проведення силами професорсько-викладацького персоналу досліджень щодо вдосконалення наукових і методологічних засад навчального процесу з підготовки фахівців прикладної лінгвістики); розвиток співробітництва з провідними вищими навчальними закладами України, участь у міжнародних організаціях, програмах, конференціях; підвищення рівня підготовки студентів у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова до кращих світових стандартів.

Особливістю підготовки фахівців із філології кафедрою прикладної лінгвістики є поєднання мовленнєвої грамотності із основами програмування, знанням комп'ютерної графіки, комп'ютерних редакторів, проектного моделювання, автоматизації лексичного аналізу тексту, лінгвістичне забезпечення комп'ютерних систем, організація баз даних.

Викладачі кафедри беруть участь у роботі міжнародних та українських наукових і фахових організацій: TESOL, TESOL-Ukraine, IATEFL-Ukraine, Українська асоціація когнітивної лінгвістики і поетики. Кафедра прикладної лінгвістики залучена до міжнародного співробітництва: зокрема, участь у проєкті Британської Ради-НАТО з перепідготовки офіцерів (навчання англійської мови 2004-2014 роки), участь у міжнародному проєкті ЕС BSEEP з енергозбереження та енергопостачання, договір про співпрацю з Британським видавництвом Pearson (регулярне проведення методичних семінарів). При кафедрі створений Центр тестування Міжнародного тесту PTE (Pearson Test of English).

Висновки. Згідно до структурно-логічного підходу, можна виокремити наступні етапи розвитку морської освіти: законодавчий період розвитку морської освіти, 1900 – 1920 рр.; період довоєнного розвитку, 1920-1941 рр.; 1941-1945 рр. – воєнний період; період післявоєнного відновлення, 1944-1959 рр.; період професійного гігантизму, 1959-1991 рр.; розвиток морської освіти в Українській незалежній державі, з 1991р. по теперішній час.

Визначено роль вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю на прикладі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Зроблено висновок про три піки зростання уваги до вивчення іноземних мов у закладах вищої освіти морського профілю: тридцять років двадцятого століття, коли посилення демократичних тенденцій у вищій школі та розвиток суднобудівної освіти стимулювали створення кабінетів і кафедр іноземних мов на базі закладів вищої освіти морського профілю; сімдесят років двадцятого століття, коли іноземну мову було введено до обов'язкових для вивчення дисциплін, включено до професійних компетенцій фахівця закладів морського профілю; кінець дев'яностих-кінець нульових років, коли розширяється мережа кафедр вивчення мов, актуалізується потреба у напрямку прикладної лінгвістики, пов'язаному із поєднання мовленнєвої грамотності та основ програмування, знанням комп'ютерної графіки, комп'ютерних редакторів, проектного моделювання, автоматизації лексичного аналізу тексту, лінгвістичного забезпечення комп'ютерних систем, організації баз даних у сфері кораблебудування та при роботі на судах.

Сприяння відродженню суднобудівної галузі України, кадрове й науково-освітнє забезпечення суднобудівних та судноремонтних заводів, підприємств морегосподарського комплексу, торговельного флоту та портів на водних шляхах, ВМС ЗСУ, ДСНСУ є провідними завданнями закладів вищої освіти морського типу. Якісна мовна підготовка до міжкультурної комунікації стає основним засобом соціальної інтеграції людини в полікультурний простір, налагодження контактів, досягнення взаєморозуміння, миру й прогресу. Готовність до міжкультурної комунікації є інтегрованою якістю особистості, яка охоплює відповідні знання, вміння, навички, якості та цінності, позитивну мотивацію та налаштованість на міжкультурну взаємодію, що у комплексі забезпечують повноцінне, ефективне виконання професійних обов'язків через продуктивну комунікацію між членами команди судна, побудовану на основі суб'єкт-суб'єктної взаємодії, співпраці, толерантності, емпатії, мобільності поведінки, креативності, відсутності етноцентризму, відкритості, готовності до діалогу, вмінні сприймати і розуміти інші культурні позиції та цінності [5, с. 15].

Морська доктрина України на період до 2035 року ставить амбітні завдання відродити замкнений цикл суднобудування та впровадити державні мотиваційні системи його фінансування, зокрема, у частині надання пільг, компенсаційних механізмів, митних важелів, ефективного використання потенціалу науково-дослідних та проектно-конструкторських організацій, наявних сировинної та промислової бази, висококваліфікованих кадрів. А отже підготовка висококваліфікованих фахівців у суднобудівній галузі з належними мовними компетенціями є вимогою часу. Актуальним є дослідження питання формування мовних компетенцій у кораблебудівників та у представників морських професій.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Морська доктрина України на період до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1307-2009-%D0%BF> (дата звернення: 09.07.2020).
- [2] Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова: историческое издание (2010). Киев: Логос Украина. 310 с.
- [3] Ляшкевич А.І. (2019). Теорія і практика морської освіти Півдня України (30-ті рр. XIX - поч. XXI ст.): автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 37 с.
- [4] Рябуха І.М. (2019). Тенденції розвитку морської освіти в Україні (друга половина XVIII - поч. XXI ст.): автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2019. 37 с.
- [5] Сотер М.В. (2018). Іноземна мова як засіб професійної міжкультурної комунікації : навчально-методичний посібник. Миколаїв: Іліон. 212 с.

Kateryna TRYBULKEVYCH

*doctor of pedagogical sciences, assistant professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Ukraine, Mykolaiv, <https://orcid.org/0000-0002-1907-7011>
Tribulkevich@gmail.com*

DEVELOPMENT OF LANGUAGE EDUCATION IN HIGHER INSTITUTIONS OF THE MARINE PROFILE IN THE XX-BEGINNING. XXI CENTURY

Annotation. The article analyzes the stages of development of maritime education in the period from 1900 to 2019.

In analyzing the stages of development of maritime education, A. Lyashkevich's periodization was taken as a basis. According to the structural-logical approach, it is possible to distinguish the following stages of the development of maritime education: the legislative period of development of maritime education, 1900 - 1920; period of pre-war development, 1920-1941; 1941-1945 - the war period; post-war recovery period, 1944-1959; period of professional gigantism, 1959-1991; development of maritime education in the Ukrainian independent state, since 1991 until now.

The role of the study of foreign languages in higher education institutions of maritime profile is determined by the example of Admiral Makarov National University of Shipbuilding. The conclusion is made of the three peaks of increasing attention to foreign language learning in maritime higher education institutions: the thirties of the twentieth century, when the rise of democratic tendencies in higher education and the development of shipbuilding education stimulated the creation of offices and departments of foreign language education on the basis of universities; the seventies of the twentieth century, when a foreign language was introduced into compulsory subjects, included in the professional competencies of a specialist marine institution; the end of the nineties and the end of the zero years, when the network of departments of language learning expands, the need for applied linguistics, related to the combination of speech literacy and programming basics, knowledge of computer graphics, computer editors, project modeling, lexical automation, is being updated text analysis, linguistic support for computer systems, organization of databases in the field of shipbuilding and when working on ships.

Keywords: maritime higher education institutions, foreign languages, applied linguistics, history of marine education, shipbuilding, professional competences, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, intercultural communication.

УДК 001.895:378.4

ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ¹Гарбар Ірина Валеріанівна, старший викладач²Гарбар Андрій Іванович, старший викладач³Петрович Любов Іванівна, старший викладач

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

garbar.iv@i.ua, gar-bar@i.ua, lubov.ivanivna@gmail.com

Анотація. Здійснено аналіз актуальних ідей з проблеми застосування інноваційних освітніх технологій навчання у вищій школі. Особливий акцент зроблено на характеристиці сучасних технологій навчання та їх запровадженні у закладах вищої освіти. Значну увагу приділено інтерактивному навчанню, що сприяє формуванню самодостатньої особистості.

Ключові слова: інноваційні освітні технології; навчальний процес; інтерактивне навчання.

Вступна частина

Метою роботи є аналіз та висвітлення змісту інноваційних освітніх технологій навчання у закладах вищої освіти. Для досягнення мети були реалізовані такі завдання: охарактеризовано зміст інноваційних освітніх технологій навчання; проаналізовано різновиди інноваційних освітніх технологій у закладах вищої освіти; обґрунтовано питання ефективності інтерактивного навчання у закладах вищої освіти.

В умовах сьогодення вища освіта вимагає від науково-педагогічних працівників опанування і впровадження інноваційних методів навчання, що спрямовані на розвиток і саморозвиток особистості майбутнього фахівця. Тому особливої уваги у вищій школі нині набувають інноваційні технології навчання.

Проблеми інноваційних технологій навчання в сучасній вищій школі актуальні, оскільки посилилася тенденція до гуманізації та гуманітаризації змісту технічної освіти, ліцензовано нові навчальні дисципліни і, як наслідок, зросла потреба в науково-педагогічних працівниках, які змогли б забезпечити інноваційний підхід до реалізації цих тенденцій під час навчально-виховного процесу. У викладачів з'явилася можливість створювати й втілювати власні інноваційні методики.

У своїх дослідженнях Р. Гуревич зазначав, що нині актуальною є проблема розроблення й впровадження в навчальний процес освітніх технологій, які відповідно до вимог сучасного суспільства, ринку праці мають забезпечувати якісну підготовку майбутніх фахівців [1].

Інноваційне навчання – це постійне прагнення до переоцінки цінностей, збереження тих із них, які мають беззаперечне значення й відкидання тих, що вже застаріли. Інновації в навчальній діяльності пов'язані з активним процесом створення, поширення нових методів і засобів для вирішення дидактичних завдань підготовки фахівців у гармонійному поєднанні класичних традиційних методик та результатів творчого пошуку, застосування нестандартних, прогресивних технологій, оригінальних дидактичних ідей і форм для забезпечення освітнього процесу [3].

Вагомий внесок у розвиток проблеми освітніх технологій зробили П. Атутов, Ю. Бабанський, В. Безпалько, В. Биков, В. Боголюбов, А. Вербицький, М. Віленський, Р. Гуревич, В. Загвязінський, М. Кларін, Н. Кузьміна, Н. Кошечко, В. Монахов, О. Пехота, О. Пометун, В. Сластьонін, С. Смірнов, П. Образцов, П. Підкасистий, Є. Полат, І. Роберт, С. Сисоєва, С. Смірнов, П. Саух, В. Стрельников та ін. Автори наголошують на тому, що впровадження нових технологій навчання та досконале оволодіння ними вимагають певної внутрішньої готовності як викладачів, так і здобувачів вищої освіти до серйозних перетворень, що відповідають умовам швидкозмінного інформаційного суспільства.

Основна частина

Освітня технологія – це модель спільної роботи викладача та студентів з планування, організації та проведення реального процесу навчання за умови забезпечення комфортності для всіх суб'єктів освітньої діяльності.

Упровадження інноваційних технологій навчання в освітній практичній діяльності передусім має бути пов'язане з такими аспектами: сучасним моделюванням, організацією нестандартних лекційних, практичних, семінарських занять; індивідуалізацією засобів навчання; використанням кабінетного, групового і додаткового навчання; факультативного навчання за вибором студентів; проблемно-орієнтованим навчанням; науково-експериментальним навчанням під час вивчення нового матеріалу; розробці нової системи контролю оцінки

знань; застосуванні комп'ютерних, мультимедійних технологій і навчально-методичної продукції нового покоління.

Слід зважати на особливості сучасної системи вищої освіти в Україні, де має місце співіснування традиційних та інноваційних технологій навчання. Якщо в традиційному навчанні увага акцентувалася на запам'ятовуванні й відтворенні інформації, то в нових умовах виникла потреба розвитку творчого мислення студента, формування його комунікативних умінь та практичної підготовки до активної життєдіяльності в постійно мінливому соціальному середовищі. Студент повинен вміти практично застосовувати те, що він чує чи бачить протягом навчання.

У практичній діяльності закладів вищої освіти найчастіше застосовуються такі освітні технології:

структурно-логічні: поетапна організація системи навчання, що сприяє логічній послідовності постановки й вирішення дидактичних завдань на основі відбору їх змісту, форм, методів і засобів навчання на кожному етапі процесу з урахуванням поетапної діагностики результатів;

інтеграційні: дидактичні системи, що забезпечують інтеграцію міжпредметних знань і вмінь, різноманітних видів діяльності на рівні інтегрованих курсів (зокрема електронних);

професійно-ділові ігри: використання різноманітних «ігор», під час проведення яких формуються вміння вирішувати завдання на основі компромісного вибору (ділові та рольові ігри, імітаційні вправи, індивідуальний тренінг, комп'ютерні програми тощо);

тренінгові: система діяльності для відпрацювання певних алгоритмів вирішення типових практичних завдань за допомогою комп'ютера (психологічні тренінги інтелектуального розвитку, спілкування, вирішення управлінських завдань);

інформаційно-комп'ютерні технології, що реалізуються в дидактичних системах комп'ютерного навчання на основі діалогу «людина-машина» за допомогою різноманітних навчальних програм (тренінгових, контролюючих, інформаційних тощо);

діалогові: сукупність форм і методів навчання, заснованих на діалоговому мисленні у взаємодіючих дидактичних системах суб'єкт-суб'єктного рівня.

Освітні технології викладання навчальної дисципліни у вищій школі є особистісно орієнтованими, про що свідчить: наявність мотивації до навчання; сприятливе, комфортне освітнє середовище для досягнення мети; використання ефективних форм, методів навчання; опора на досвід, знання, уміння і навички студентів; наявність у студентів відчуття контролю над процесом свого навчання; досягнення успіху; задоволення пізнавальних потреб та потреби у самореалізації; повне занурення у процес навчання; достатність часу на засвоєння нових знань та вмінь [4].

Н. Кошечко зазначає, що одним із інноваційних підходів, здатним формувати активну, творчу, самодостатню особистість, є інтерактивне навчання, яке реально забезпечує перехід від педагогіки знанневої до розвивальної, до опанування студентами вмінь і навичок, саморозвитку особистості. Під час такого навчання студент може комунікувати з викладачем онлайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне й критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Інтерактивне навчання – спеціальна форма діяльності; це діалогове навчання, під час якого відбувається взаємодія викладача та студента. Під час інтерактивного навчання освітній процес організовується таким чином, що практично всі студенти залучені в процес пізнання, до того ж кожен робить свій індивідуальний внесок у загальну справу. Інтерактивні методи навчання є частиною особистісно зорієнтованого навчання, оскільки сприяють соціалізації особистості, усвідомленню особистості себе як частини колективу, своєї ролі й потенціалу.

Розрізняють такі види інтерактивних методів навчання: *кооперативне навчання* – робота в парах під час проведення письмових опитувань, тестувань, виконанні завдань; синтез думок для вирішення складних проблем під час практичних занять; коло ідей під час вирішення суперечливих питань. Студенти при цьому не ухиляються від виконання завдань, набувають навичок спілкування в групі, критично мислять; *колективно-групове навчання*, у якому використовуються такі методи: мікрофон; «мозкова атака» під час вирішення проблемних завдань; аналіз ситуацій під час вивчення деяких аналітичних понять; «дерево рішень» під час аналізу конфліктних ситуацій; *ситуативне моделювання* – імітаційні ігри-тренінги та рольові ігри; опрацювання дискусійних питань. Ці методи вчать студентів відстоювати власну думку, вести дискусію, стимулюють до розвитку критичного мислення, поглиблюють знання з обговорюваної теми [2].

Висновки

Отже, заклади вищої освіти повинні виробити оптимальний підхід до організації навчального процесу з урахуванням специфіки вищої школи в Україні, оскільки основним критерієм роботи закладу вищої освіти, як зазначав В. Шевченко, є рівень підготовленості випускників, раціональне поєднання їх теоретичних знань з

умінням застосовувати ці знання на практиці, що вказує на потребу вести пошук ефективних форм і методів навчання, удосконалення програм, навчальних планів, розробки нових навчальних методик, навчальних посібників тощо. Використання інноваційних технологій навчання сприяє формуванню в студентів навичок спілкування та взаємодії в колективі, розвитку таких особистісних якостей, як комунікабельність та співробітництво.

Інноваційні технології навчання поступово витісняють традиційні методи й форми роботи та займають належне місце в навчально-виховному процесі.

Список літератури

[1]. Гуревич, Р. (2014). Використання сучасних технологій навчання у ВНЗ. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія*, 2, 3-10.

[2]. Кошечко, Н. В. (2013). *Методика викладання у вищій школі*. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя.

[3]. Саух, П. Ю. (Ред.). (2011). Інновації у вищій освіті : проблеми, досвід, перспективи. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. Взято з http://eprints.zu.edu.ua/5166/1/ІННОВАЦІЇ_У_ВИЩІЙ_ОСВІТІ_В5_30_июня_2011.pdf.

[4]. Стрельников, Н. Ю., Брітченко, І. Г. *Сучасні технології навчання у вищій школі*. Полтава: ПУЕТ.

Garbar I. V., Garbar A. I., Petrovych L. I.

PECULIARITIES OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT HIGH SCHOOLS

Annotation. The analysis of actual ideas on the problem of using the innovative educational teaching technologies at high schools has implemented. The special emphasis has put on the characteristic of modern teaching technologies and its applying at high schools. The great attention has paid to interactive teaching which helps to form all-sufficient personality.

Key words: innovative educational technologies, educational process, interactive teaching.

УДК 378.147:811.111

ПРОБЛЕМИ ОНЛАЙН-ВИКЛАДАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ СТУДЕНТАМ ПІД ЧАС КАРАНТИНУ

Бойко Любов Михайлівна, кандидат філологічних наук, доцент

Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, Херсон

<https://orcid.org/0000-0002-8045-3864>

Анотація. У статті розглянуто проблеми і виклики, що постали перед викладачами закладів вищої освіти під час вимушеного дистанційного навчання під час карантин, введеного через загрозу розповсюдження коронавірусу Covid-19. Особлива увага приділяється питанням онлайн-викладання іноземної мови студентам магістратури. Подається перелік загальних проблем дистанційного викладання та конкретних викликів при викладанні англійської мови.

Ключові слова: викладання онлайн, англійська мова, дистанційне навчання, вища освіта.

Всесвітня пандемія коронавірусу Covid-19 призвела до багатьох змін у різних сферах життя мільйонів, а то й мільярдів людей у всьому світі. Але якщо деякі ланки суспільного та економічного життя виявились на деякий час просто «вимкненими» на період карантину, то сфера освіти взагалі і вищої освіти зокрема зазнали кардинальних змін від самого початку. Неможливість проводити заняття в аудиторії змусила викладачів у короткий термін перебудувати свої педагогічні техніки та підходи, переробити та пристосувати зміст своїх занять до викладання дистанційно, використовуючи новітні інформаційні технології.

Такий раптовий перехід з офлайну в онлайн потребував ретельної та вимогливої підготовки. Тому і викладачам, і студентам доводилося дуже швидко пристосовуватися до нової форми занять. Звичайно, набагато важчим цей процес був для викладачів, бо саме вони мали розробити он-лайн заняття та донести його зміст до студентів так, щоб отримати позитивний результат, який задовольнив би обидві сторони. Протягом цього процесу виявились певні проблеми, які мали бути вирішені. Ось чому **метою даної роботи** є виявлення проблем та викликів викладання іноземної мови он-лайн.

Одним з головних викликів, який відмічають і студенти, і викладачі, стала відсутність або недостатня кількість технічних пристроїв у родині. Але навіть якщо ці пристрої наявні, може виникнути проблема з Інтернет-зв'язком достатньої швидкості та якості, щоб безперешкодно передавати відео та аудіо контент. Багато

студентів не наслідувалися сказати, що в них не було комп'ютера/ноутбука або Інтернет-зв'язку. Це не дало їм змоги виконувати завдання, поставлені викладачем онлайн, і відразу виштовхнуло їх з числа успішних студентів. Ось чому теперішня ситуація потребує значної підтримки уряду та держави стосовно технічного забезпечення широкопосмугового доступу до Інтернету по всій країні, навіть у найвіддаленіших її кутках.

З цією проблемою пов'язана наступна – невміння працювати з засобами передачі відео та аудіоконтенту (відеокамерою, мікрофоном, навушниками, гучномовцем та їхнім програмним забезпеченням). У повсякденній роботі до карантину викладачі в основному використовували програми та ПЗ для роботи в аудиторії, а не для позааудиторної дистанційної роботи. Саме цьому пандемія поставила виклик перед ними – навчитися за короткий проміжок часу працювати з певним обладнанням та програмами.

З попередньої проблеми випливає наступна – нестача часу при підготовці до занять онлайн та переведення наявного вже дидактичного матеріалу в електронний формат. Робочий час викладача іноземної мови значно збільшився. Наявний роздатковий матеріал, підготовлений для роботи в аудиторії, мав бути завантажений у комп'ютер, а це вимагало багато часу, при цьому вдень проводилися заняття за розкладом, а підготовка до них тривала увечері і навіть вночі. Також важливу роль відігравав етап планування. Заняття в новому форматі мали бути сплановані так, щоб уникнути будь-яких затримок та неузгодженостей, як з боку викладача, так і з боку студентів (що потрібно було прорахувати заздалегідь і підготувати матеріал для пауз, які все одно виникали з різних (об'єктивних і суб'єктивних) причин).

Якщо у студентів і викладача були наявні усі технічні пристрої та доступ до Інтернету, поставала інша проблема – відсутність безпосереднього контакту між ними, як це було в аудиторії. Ще з часів Середньовіччя класичним прикладом уроку було знаходження викладача і студентів в одному приміщенні, де проводилося заняття. Студенти мали змогу запитати відразу про складні моменти, те, що вони не зрозуміли. Протягом століть цей тип соціальних відносин був та залишається провідною моделлю організації навчального процесу та спілкування в навчальному середовищі, в основі якого є безпосередній контакт між учителем та учнем [1, с.561].

Ще одним типом відносин у педагогіці є відносини: викладач – засоби навчання – студент. Цей тип притаманний саме дистанційній формі навчання за допомогою комп'ютера або інших технічних засобів за опосередкованої взаємодії викладача зі студентом [1, с.562]. Саме тому виникає проблема балансу між онлайн-навчанням та самостійною роботою студента офф-лайн у зручний для нього час [2]. Проблема залучення студента до навчання в режимі реального часу постала дуже гостро на початку карантину. Не всі студенти (а інколи і викладачі) мали доступ до високошвидкісного Інтернету та якісного зв'язку. Не у всіх студентів є особистий комп'ютер чи смартфон з Інтернет-підключенням. Інколи студенти повинні були розподіляти свій час роботи з комп'ютером через потребу інших членів родини працювати з комп'ютером і не завжди цей час збігався з розкладом його занять онлайн. Тому викладачі іноземної мови Херсонської філії НУК ім. адмірала Макарова використовували в основному платформу Google Classroom для занять офлайн, а для пояснення складного матеріалу, тестування, перевірки знань з модуля та ін., онлайн-платформу Zoom. Навчання офф-лайн давало змогу студентам приділяти увагу тій чи іншій дисципліні у зручний для них час, виконувати завдання у своєму темпі, хоча це потребувало від них певної дисциплінованості та навичок самостійної роботи.

Наступною проблемою можна назвати нове навчальне оточення студента, в якому він опинився під час карантину. До пандемії викладач створював умови для навчання безпосередньо на заняттях, і студентів залишалося лише виконати домашнє завдання з іноземної мови у зручний час вдома. Перебування усієї родини на карантині ускладнило не лише виконання домашніх завдань, а й участь у відео-заняттях. Так, молодші брати та сестри створювали шум в той час, як студент перебував на занятті онлайн, інколи час був незручний для студента, бо його молодші брат або сестра також потребували цього комп'ютера у цей же час для своїх уроків зі шкільними вчителями. Інколи можна було через мікрофон студента чути сторонні звуки, як то: гуркіт машин у дворі, сварку сусідів чи родичів та ін. На відміну від заняття в аудиторії, викладач втратив контроль над забезпеченням основного – передачею його знань студентам. Це могло статися не обов'язково через некомфортне навчальне середовище студента, а банально через поганий Інтернет-зв'язок. Звичайно, не всі ці проблеми можна вирішити, але викладач має бути максимально позитивно налаштований до студента, адаптуватися до нових умов та співчувати студентам, їхнім потребам та проблемам.

Мотивація студентів до навчання була, є і буде основною проблемою викладача. Навчання онлайн не тільки не зняло її з порядку денного, а, навпаки, поставило на чільне місце. Тому ще одним викликом стала проблема вибору підходів до студента, які мотивували б його до взаємодії з викладачем. Досвід показав, що успіх мають завдання, які дають широке коло можливостей автономного виконання – студент може обирати час виконання завдань, певну тему з поданих кількох тем, диференційовано обирати суму балів за певні вправи: обов'язкове виконання простих завдань і додаткові бали за виконання необов'язкових проблемно-

пошукових завдань; мають бути чіткі умови отримання оцінок за певні вправи, що дозволяє контролювати студентам свій поступ; тісний взаємозв'язок між викладачем та студентом після виконання завдань кожного заняття.

Наступним викликом онлайн-навчання іноземної мови є оцінювання результатів. На традиційному занятті викладач легко може оцінити, як студенти працюють, як досягають мети, як можна покращити ситуацію, чи подобається студентам певна форма роботи, чи замінити її якоюсь іншою. Цей зв'язок відбувається протягом кількох секунд, виразом облич студентів, за їхніми коментарями, жестами (піднятими руками) та взагалі ставленням до запропонованої роботи. В онлайні викладач не може покладатися на це, а може оцінити лише зворотній зв'язок, який він отримав/не отримав на свій технічний пристрій. Причому такий зв'язок повинен стати в нових умовах постійним явищем, таким як привітання, вступна частина заняття, підсумкова частина та ін. Отримати його можна за допомогою відправлення листів на електронну пошту студентів, запитань у месенджерах, збираючи дані з онлайн- платформ, опитування під час відеозв'язку та ін.

Поруч з проблемою оцінювання постає проблема боротьби зі списуванням онлайн. Наряду з очевидними засобами боротьби з плагіатом (спеціалізовані сайти «антиплагіат»), у викладача є цілий арсенал педагогічних стратегій та тактик, які ускладнюють студентам списування у форматі – скопіювати/вставити з онлайн-ресурсу або з робіт інших студентів. Однією з таких стратегій є уникнення завдань на вибір з багатьох або двох варіантів. Натомість, потрібно задавати складні специфічні питання з опорою на досвід студента (з наведенням прикладу з життя) [3,с.76]. Іншою стратегією є урізноманітнення типів оцінювання. Письмові завдання легше списати в Інтернеті та видати за свої, натомість проведення опитування в режимі реального часу на платформах Zoom або Skype унеможливить списування та дасть реальну картину розуміння студентом певного матеріалу. Ще однією тактикою можуть бути завдання для студента описати свій процес виконання завдання, вказавши, що викликало труднощі, з чим було легко працювати і т. ін., що саме по собі стримує списування.

Отже, на основі вищесказаного, можна зробити **ВИСНОВКИ**, що викладання іноземної мови онлайн під час карантину пов'язане з вирішенням великої низки проблем, як-то: нестачі технічних пристроїв для роботи онлайн, невміння з ними працювати, недостатньої кількості часу для підготовки повноцінного заняття в Інтернеті, відсутності безпосереднього контакту зі студентами, балансу між роботою онлайн та самостійною роботою вдома над завданнями великого обсягу, проблеми мотивування студентів до роботи в нових умовах, проблеми оцінювання онлайн робіт студентів та ризиків списування при такій роботі. Деякі з цих викликів не вирішені і дотепер. Тому усі викладачі, а особливо викладачі іноземних мов, повинні добре підготуватись до можливої роботи онлайн в майбутньому та вирішити проблеми, що постали у дистанційному навчанні протягом весняного семестру 2019-2020 навчального року.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бордовская Н.В., Розум С.И. (2014). Психология и педагогика. СПб: Питер.
2. How to Teach Online. (2020). Retrieved from: https://www.futurelearn.com/courses/_/teach-online/1/todo/71516
3. Бойко Л.М., Мунтян Т.В. (2017). English for Information technology. Херсон: ПП Вишемирський.

Boiko Liubov

Problems in Teaching English Online to University Students during the Quarantine

The article considers the problems and challenges the University teachers encountered during forced distance learning because of the coronavirus Covid-19 quarantine. Particular attention is paid to the issues of teaching English online. A list of general problems of distance learning and specific challenges in teaching English online is given.

Keywords: teaching online, English, distance learning, higher education

УДК 37.371.09

ОПРАЦЮВАННЯ ПОХИБОК НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КУРСАНТАМИ-СУДНОВОДІЯМИ.¹Гудирева Олена Михайлівна, к.ф.-м.н., доцент; ²Савченко Олександр Григорович, д.ф.-м.н., професор;¹Таранущенко Владислав Ігоревич, магістр¹Херсонська державна морська академія; ²Херсонський філіал Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;¹Україна, ¹м. Херсон; ²Україна, ²м. Херсон;e-mail: gudelena1@gmail.com; e-mail: savchenko@ukr.net; e-mail: vlad555taranushchenko@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-1841-8555; ORCID ID: 0000-0003-4687-5542

Анотація. Підготовка компетентних фахівців базується на формуванні у майбутніх фахівців окремих компетентностей, які визначаються сферою майбутньої діяльності курсанта. Однією з таких компетентностей є обчислювальна компетентність, яка перед усім передбачає точність розрахунків.

Ключові слова: інноваційні технології освіти, компетентність, компетентнісний підхід, похибки обчислювання.

Введення. У сучасному світі високих технологій як ніколи раніше актуальні вимоги точності, вимоги зменшення помилок як техніки, так і людини.

Міжнародні вимоги до професійного досвіду моряків постійно удосконалюються з метою зниження ризику помилок людини, пред'являються істотніші вимоги як до рівня компетентності фахівців морського флоту, так і до системи контролю над забезпеченням та підтримкою необхідного рівня компетентності.

Компетентність фахівця, в першу чергу, визначається рівнем його спеціальної підготовки. Оскільки у сучасному світі відбувається постійне оновлення та вдосконалення знань, поява нових знань, методів, прийомів досліджень та роботи, то і рівень спеціальної підготовки випускника вузу повинен постійно удосконалюватися. Визначальним чинником є уміння фахівця отримувати нові знання та на їх основі удосконалювати свої професійні навички.

Постійний ріст обсягу професійної інформації, поява нових технологій в судноводінні зобов'язує здійснювати постійне оновлення змісту професійної освіти та педагогічних технологій.

Внаслідок всього вище викладеного, зростають вимоги до інтенсивності підвищення якості професійної морської освіти.

Стандарти підготовки майбутніх морських фахівців регламентуються Міжнародною конвенцією про підготовку і дипломування моряків та несення вахти ПДНВ-78/95 р. з манільської поправкими 2010 року (ПДНВ) [1].

Специфіка майбутньої діяльності курсантів морського вищого навчального закладу визначає основну практичну задачу компетентнісного підходу в цілісній системі підготовки конкурентно-здатних випускників - передача курсантам значного обсягу інформації та спеціальних знань як у аудиторіях вузу, так і без відриву їх від основної професійної діяльності, тобто під час рейсу.

Контроль за безпечним плаванням судна за маршрутом, заданому попередньої прокладкою, здійснюється шляхом безперервного ведення виконавчої прокладки, тобто в обчисленні шляху судна, визначенні місця, періодичної корекції обсерваціями числення шляху, нанесенні на карту лінії шляху судна.

Ніякі вимірювання, в тому числі і навігаційні, не можуть бути абсолютно точними. Будь-які вимірювання неминуче супроводжуються появою похибок.

У резолюції IMO A.953(23) World-Wide Radionavigation System, яка прийнята в 2003 році, наведені **стандарти точності судноводіння**, за якими може оцінюватись ефективність роботи навігаційних систем. У ній сформульовані високі вимоги, що пред'являються до навігаційних систем, до їх високої точності і надійності.

Однак, вимоги до судноводіїв знати і вміти не тільки визначити позицію судна різними способами, але і визначити точність такої позиції в разі визначення «вручну» залишилися незмінними.

Все вище сказане дозволяє зробити висновок про те, що дослідження в області підготовки фахівців володіють обчислювальною компетентністю є **актуальними**.

Метою проведеного нами дослідження є з'ясування особливостей вивчення курсантами ВНЗ морського профілю похибок навігаційних вимірювань і навігаційних функцій одного і декількох навігаційних параметрів.

Основна частина. Найважливішим завданням судноводіння є визначення місця судна, засноване на використанні інструментальних вимірювань різних фізичних величин навігаційними приладами [2,3,4].

Виникнення приладових похибок обумовлено властивостями використовуваних вимірювальних приладів. Похибка кожного конкретного приладу є систематичною, але її значення зазвичай невідомо, а значить, її

неможливо виключити введенням в результат вимірювання відповідної поправки.

Необхідність обсервації викликається постійним накопиченням похибок числення шляху судна, яке ведеться по лагу і компасу. Похибки числення викликані невраховуваною дією вітру, течії і помилками лага і компаса.

Вимірювані фізичні величини, як правило, однозначно пов'язані на поверхні Землі і в навколоземному просторі з лінійними і кутовими величинами, які визначають взаємну відповідність місця судна і орієнтирів, тобто з навігаційними параметрами. Ця залежність дозволяє формально поставити і вирішити задачу визначення місця судна.

Найбільш поширеними навігаційними параметрами є: пеленг орієнтира, відстань до орієнтиру, горизонтальний кут між двома орієнтирами, вертикальний кут віддаленого предмета, різниця відстаней від судна до двох орієнтирів, висота світила (Сонця, зірок, планет і Місяця).

Похибки навігаційних вимірювань, а значить і визначення місця судна і поправок приладів, проявляються як випадкові величини, вивчення та врахування яких вимагають застосування методів теорії ймовірностей і математичної статистики.

Тому методи оцінювання та обліку похибок відносять до ймовірносно-статистичними, що описує випадкові події.

Навігаційні параметри, розподілені по поверхні Землі, утворюють скалярні поля цих параметрів. Так як координати наземних і небесних навігаційних орієнтирів відомі в будь-який момент часу, то безліч значень навігаційного параметра U визначає навігаційну функцію - залежність параметра від координат судна в різних координатних системах:

$$U = f(\varphi; \lambda); U = f(\varphi; w); U = (p; \Psi)$$

Фіксуючи деяке постійне значення $U = U_0$, отримаємо рівняння навігаційної ізолінії-геометричного місця точок (г.м.т.) для яких значення навігаційного параметра постійні:

$$U_0 = f(\varphi; \lambda) = \text{const}; \quad U_0 = f(\varphi; w) = \text{const}; \quad U_0 = (p; \Psi) = \text{const}.$$

Ймовірніший результат вимірювань навігаційного параметра, виправлений поправками є обсервованим. Кожному обсервованому навігаційному параметру відповідає своя навігаційна ізолінія або її випрямлена (в районі зчисленої або розрахункової точки) ділянка - лінія положення.

Відомо, що лінія положення характеризується наступним рівнянням (у нормальному виді):

$$\Delta\varphi \cdot \cos \tau + w \cdot \sin \tau = n,$$

де $\Delta\varphi$ і w - поправки до координат числімої точки для отримання обсервованого місця (в хвилинах широти);

τ - напрямок градієнта навігаційного параметра щодо північній частині географічного меридіана

n - перенесення лінії положення - найкоротша відстань між числімою точкою і лінією положення:

$$n = \frac{u_0 - u_c}{g},$$

u_0 і u_c - обсервований і числімий навігаційний параметри;

g - модуль градієнта навігаційного параметра.

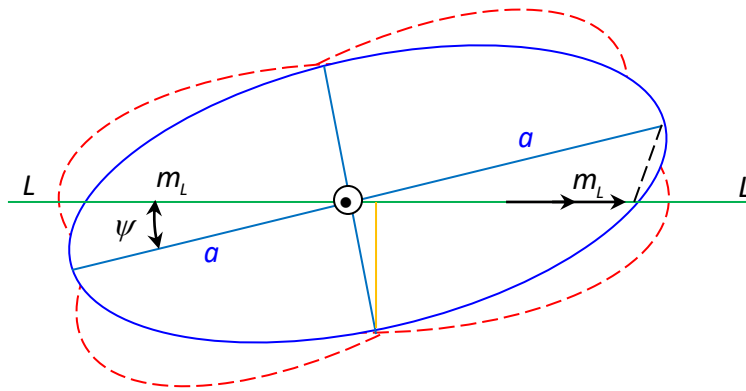
Одним з основних критеріїв оцінки точності вимірювань та, як наслідок, позиції судна є СКП (середньоквадратичне похибка).

При вирішенні деяких завдань навігації потрібно знати середню квадратичну похибку місця судна по заданому напрямку - по лінії L (наприклад, у напрямку на навігаційну небезпеку). Ця похибка чисельно дорівнює квадратичній сумі проєкцій великої та малої піввісі середньоквадратичного еліпса на заданий напрямку

$$m_L = \sqrt{a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi},$$

ψ - кут між великою віссю і лінією заданого напрямку.

Кінці середніх квадратичних похибок m_L , взяті в усіх напрямках, утворюють геометричне місце точок, яке має назву подери еліпса похибок.



Еліпс похибок та його подера.

При круговому розподілі місця лінійна середня квадратична похибка по кожному з напрямків $m_L = a = b$.

Для радіальної середньої похибки M лінійна СКП m_L по усіх напрямках L приймається рівною

$$m_L = \frac{M}{\sqrt{2}}.$$

Лінійна СКП відповідає ймовірності $P = 0,683$.

Лінійна похибка заданої ймовірності P - величина $L_p = Z \cdot m_L$, де Z - коефіцієнт функції Лапласа.

У деяких таблицях для спрощення розрахунків лінійної СКП є окрема таблиця коефіцієнтів для розрахунку середньої похибки місця по заданому напрямку, наприклад у МТ-2000 це таблиця 4.16. У таких таблицях

формула $m_L = \sqrt{a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi}$ подана у виді $m_L = K_L \cdot a$, де a - велика піввісь середньоквадратичного еліпса похибок, $K_L = \sqrt{\cos^2 \psi + e^2 \sin^2 \psi}$ - коефіцієнт, який обирається з таблиці по відношенню піввісей $e = \frac{b}{a}$ від 0,0 до 1,0 та куту від 0° до 180° .

Кут ψ може бути розрахований за формулою $\psi = |\alpha_L - \alpha| < 180^\circ$, де α - напрямок великої піввісі еліпса щодо меридіана, α_L - заданий напрямок лінійної СКП m_L щодо меридіана.

Якщо потрібно розрахувати лінійну СКП по меридіану m_{L_s}, m_{L_n} або по паралелі m_{L_e}, m_{L_w} , то в першому випадку кут $\psi = \alpha$, а у другому - $\psi = |90^\circ - \alpha|$.

Висновки. Курсантам морського вузу необхідна досить хороша математична підготовка для освоєння спеціальних дисциплін, при виконанні курсових і дипломних проектів відбувається закріплення, конкретизація, розширення, поглиблення математичних знань і навичок курсантів, розвивається інтелект курсантів.

Судноводій повинен знати як визначити позицію судна різними способами. Сучасні радіонавігаційні системи мають високу точність і надійність. Проте, судноводій повинен знати принципи роботи, обмеження та джерела похибок системи і вміти визначити неправильно інтерпретовану системою інформацію і виправити її так, щоб отримати точну позицію, а у разі визначення позиції судна за паперовими картами «вручну», ще і як визначити точність такої позиції.

Хоча сьогодні GPS і DGPS - основні джерела позиції судна в морі і задовольняють вимог IMO до точності, це не позбавляє судноводія від обов'язку перевіряти коректну роботу системи GPS, завдаючи позиції по береговим орієнтирах. Тому завдання судноводія знати недоліки системи і вміти вчасно визначити, що щось пішло не так - це безпека судна і безпека людей навколо.

Список джерел

- [1] Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). К. : ВПК Експрес–Поліграф, 2012. — 568 с.
- [2] Вавилова Г.В. *Математическая обработка результатов измерения: учебное пособие* (2013). Томск: Томский политехнический университет.
- [3] Синяев В.А. *Математические основы судовождения. Конспект лекций. Учебное пособие*, Одесса: УМА ОГМА.
- [4] Admiralty List of Radio Signals, Volume 2, (Великобритания), 2004 / 05.

Elena Gudryeva, Aleksandr Savchenko, Taranushchenko Vladislav

PROCESSING OF NAVIGATION INFORMATION ERRORS BY SHIP PERSONS.

Abstract. Training of competent specialists is based on the formation of future specialists of certain competencies, which are determined by the scope of future activities of the cadet. One of such competencies is computational competence, which primarily involves the accuracy of calculations.

Keywords: innovative technologies of education, competence, competence approach, calculation errors.

Олена Гудирева, Олександр Савченко, Таранущенко Владислав

ОПРАЦЮВАННЯ ПОХІБОК НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КУРСАНТАМИ-СУДНОВОДІЯМИ.

Анотація. Підготовка компетентних фахівців базується на формуванні у майбутніх фахівців окремих компетентностей, які визначаються сферою майбутньої діяльності курсанта. Однією з таких компетентностей є обчислювальна компетентність, яка перед усім предполагає точність розрахунків.

Ключові слова: Інноваційні технології освіти, компетентність, компетентнісний підхід, похібки обчислювань.

УДК 027.7 : 001.891

БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВИХ ВИДАНЬ, В ЯКИХ ПУБЛІКУЮТЬСЯ АВТОРИ-НПП НУК ІМ. АДМ. МАКАРОВА (ЗА ДАНИМИ НАУКОМЕТРИЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ SCORUS)

Костирко Т. М., кандидат наук із соціальних комунікацій¹, Корольова Т. Д.²,

^{1,2} Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

^{1,2}Україна, Миколаїв

¹<https://orcid.org/0000-0002-4175-9975>

²<https://orcid.org/0000-0001-8066-6141>

Анотація. У статті представлені результати бібліометричного дослідження наукових видань, в яких публікуються автори-НПП НУК ім. адм. Макарова (за даними наукометричної бази даних Scopus), спрямованого на оцінювання результатів наукової діяльності. Отримані результати можна використовувати для подальшого підвищення публікаційної активності як авторів, так і університету в цілому.

Ключові слова: бібліометрія, наукометричні бази даних, Scopus, показники публікаційної активності, наукометричний аналіз, НУК ім. адм. Макарова.

Вступ

У науковій спільноті постійно зростають вимоги щодо підвищення якості, продуктивності та результативності як колективних, так і індивідуальних досліджень вітчизняних наукових працівників. Бібліометричний аналіз наукових досягнень дозволяє логічно і обґрунтовано провести кількісну оцінку певного масиву наукової продукції, спостерігати за розвитком науки в національному, міжнародному та глобальному масштабі. За допомогою цього методу можна описати науковий потенціал наукової інституції, дослідника або групи дослідників, журналу, вебсайту. Допомагає порівняти публікаційну активність, частотність цитувань з метою створення переважно кількісної характеристики стану науки [1]. Питання підвищення публікаційної активності науковців Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в міжнародних наукометричних інформаційних ресурсах розглядалися авторами в [2-5].

Мета. Здійснити бібліометричний аналіз наукових видань, в яких публікуються автори-НПП НУК ім. адм. Макарова на основі даних наукометричної бази даних Scopus.

Хронологічні рамки досліджуваних наукових видань – без обмежень.

Методика. Для отримання релевантних емпіричних даних авторами проаналізовано офіційний профіль НУК ім. адм. Макарова у міжнародній реферативній та наукометричній базі рецензованої літератури Scopus. Об'єктом дослідження стали всі наукові видання, в яких опубліковані праці авторів-НПП НУК ім. адм. Макарова у наукометричній БД Scopus. Метод дослідження – відбір, бібліографічна характеристика, групування та системний контент-аналіз наукових видань і публікацій.

Результати. Під час дослідження авторами доведено: 1. Протягом останніх чотирьох років спостерігається позитивна динаміка зростання кількості публікацій НПН НУК у наукометричній БД Scopus та кількості їх цитувань. 2. Більша частина публікацій НПН НУК у виданнях, які індексуються в БД Scopus – це наукові статті, але тільки третина публікацій співробітників університету (28,5 %) припадає на високореєтингові журнали, які входять до Q1 і Q2, основна частина публікацій (41 %) – на журнали середнього (рівня Q3 і Q4) і ще третина (30,5 %) всіх публікацій – на видання без квартиля, серед яких більшість складають матеріали конференцій (Conference Paper). 3. Авторам слід зосередити увагу в першу чергу на високореєтингових виданнях міжнародного рівня, що сприятиме підвищенню цитованості наукових робіт співробітників організації в національному і міжнародному науковому просторі.

Практична значимість. Отримані результати сприятимуть подальшому зростанню публікаційної активності науковців, збільшенню їх цитованості в міжнародних наукометричних базах даних та укріпленню університетської науки на національному та світовому рівнях.

Основна частина

Практичну частину дослідження виконано на основі БД Scopus – бібліографічної і реферативної БД та інструменту для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях. Ця база даних є найбільш повним та вичерпним ресурсом для пошуку наукової літератури.

Останнім часом в Україні активно впроваджується практика використання наукометричних баз даних, бібліометрії та інструментарію наукометрії у процесі оцінювання результатів наукової діяльності окремих вчених, наукових колективів та журналів [6]. Все більше нормативних документів, що регулюють процес оцінювання наукової успішності на національному рівні, згадують наукометричні показники: Постанова КМУ від 30.12.2015 № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності», Наказ МОН України від 14.01.2016 № 13 «Про затвердження Порядку присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам», Постанова Президії НАН України від 15.03.2017 № 75 «Методика оцінювання ефективності діяльності наукових установ НАН України», Наказ МОН України від 14.12.2015 № 1287 «Про затвердження Положення про проведення Міністерством освіти і науки України Конкурсу проектів наукових робіт та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених, які працюють (навчаються) у вищих навчальних закладах та наукових установах, що належать до сфери управління Міністерства, подальше виконання цих робіт і розробок за рахунок коштів загального фонду державного бюджету та управління ними», Постанова КМУ від 22.10.2017 № 912 «Про затвердження Порядку та критеріїв надання ЗВО статусу національного, підтвердження чи позбавлення цього статусу» та ін.

В цих нормативних документах як основний критерій оцінки діяльності наукових і науково-педагогічних працівників розглядається лише наявність публікацій у періодичних виданнях, включених до Scopus та/або Web of Science. Ця вимога спричинила зростання кількості документів, опублікованих у виданнях, які індексуються в наукометричних БД. Так, станом на 19.06.2020 р. в офіційному профілі НУК ім. адм. Макарова в наукометричній БД Scopus ("Admiral Makarov National University of Shipbuilding". Ідентифікатор 60007756) представлено 429 документів і 283 авторських профілі. Динаміка показників публікаційної активності НПН НУК ім. адм. Макарова у наукометричній БД Scopus представлена на рис. 1.



Рис. 1. Динаміка показників публікаційної активності у наукометричній БД Scopus (2010-2020 рр.)

Динаміка показників публікаційної активності НУК за аналізований період свідчить про підвищення якості науково-інформаційної діяльності (НІД). Починаючи з 2017 р. кількість документів, опублікованих у виданнях, що індексуються в БД Scopus, стабільно зростає.

Серед усіх документів, опублікованих авторами НПП університету у БД Scopus, станом на 19.06.2020 р. переважну більшість складають наукові статті (article) – 281, що складає 66%. Аналіз розподілу публікацій за типами документів представлено на рис. 2.

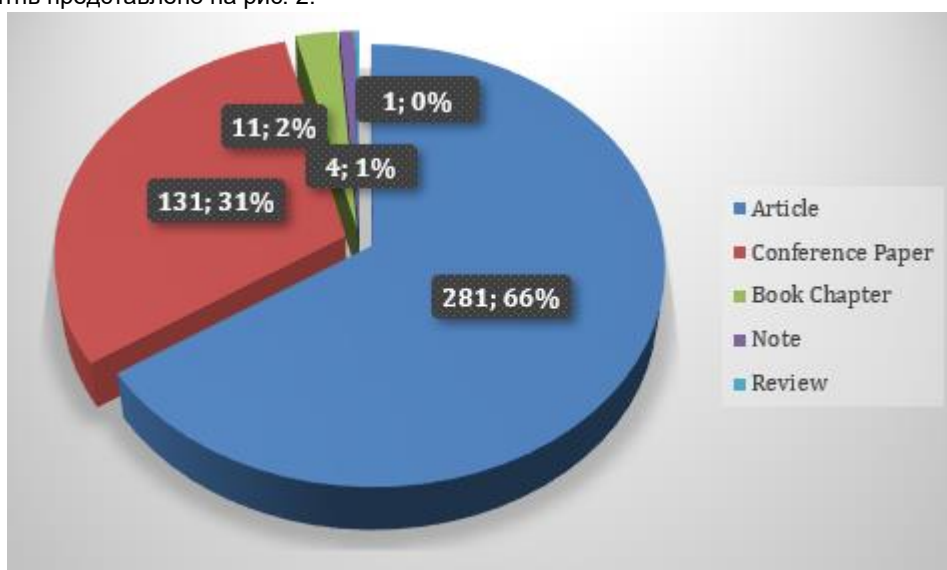


Рис. 2. Розподіл публікацій за типами документів (наукова стаття, матеріали конференцій та ін.) у БД Scopus

За кількістю публікацій у виданнях, індексованих в міжнародній базі наукового цитування Scopus, НУК ім. адм. Макарова лідирує серед ЗВО м. Миколаєва (рис. 3).

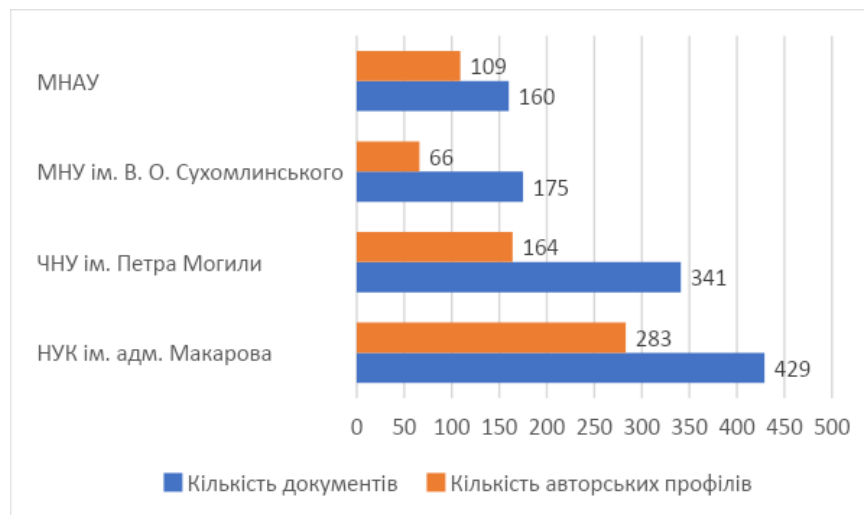


Рис. 3. Аналіз профілів ЗВО м. Миколаєва у БД Scopus

Для показника ефективності наукової роботи сьогодні важлива не лише кількість публікацій, а й ранг журналу, в якому опубліковано результати. Так, Наказ МОНУ від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» регламентує вже не тільки кількість статей, але і рівень журналів, який визначається таким показником, як квартиль (Q): «Наукова публікація у виданні, віднесеному до першого і другого квартилів (Q1 і Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports, прирівнюється до трьох публікацій, у виданні, віднесеному до третього квартиля (Q3), – до двох публікацій. Мінімальна кількість публікацій, які розкривають основні наукові результати дисертації, має становити не менше ніж десять. За наявності не менше ніж десять публікацій, які розкривають основні наукові результати дисертації, у виданнях, віднесених до першого і другого квартилів (Q1 і Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports, захист може відбуватися у формі наукової доповіді» [7] для здобувача ступеня доктора наук. Для здобувача ступеня кандидата наук: «Наукова публікація у виданні, віднесеному до першого – третього квартилів (Q1 – Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports, прирівнюється до двох публікацій» [7].

Розглянемо, що таке квартиль журналу. Квартиль (чверть) Q – це категорія наукових журналів, яку визначають бібліометричні показники, що відображають рівень цитованості, тобто затребуваність журналу науковим співтовариством. В результаті ранжирування кожен журнал потрапляє в один з чотирьох квартилей: від Q1 (найвищого) до Q4 (найнижчого). Перший і другий квартилі Q1, Q2 – вважаються найпрестижнішими, до них входять найбільш рейтингові журнали. Третій і четвертий Q3, Q4 – менш рейтингові. Система квартилей дозволяє найбільш об'єктивно оцінити якість – рівень журналу незалежно від предметної області [8].

Для визначення квартиля журналу використовуються такі показники: імпакт-фактор Journal Citation Reports (JCR) – для бази даних Web of Science (WoS), індексуються близько 12500 журналів, і SCImago Journal Rank (SJR) – для бази даних Scopus, індексується близько 21000 журналів, в тому числі і переважна більшість журналів, індексованих WoS.

На основі своїх рейтингів журнали можуть переміщатися з одного квартиля в інший після кожного перерахунку результатів цитування в тому чи іншому році. Тому квартиль розміщення одного і того ж журналу може відрізнятися, щорічно змінюватися, може як підвищуватися, так і знижуватися.

Журнали можуть відноситися відразу до кількох квартилів, якщо зареєстровані в БД в кількох наукових категоріях. Так, наприклад, в SJR журнал Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (<https://bit.ly/2ZacJ98>), який є лідером серед видань, в яких публікуються автори-НПП НУК ім. адм. Макарова, в категоріях «Electrical and Electronic Engineering» і «Industrial and Manufacturing Engineering» з 2019 р. розміщується в Q2, а в інших категоріях залишається в Q3.

Загальна кількість видань за даними БД Scopus, в яких опубліковані документи авторів НПН НУК ім. адм. Макарова – 162. З них тільки 96, тобто 59,3% видань, відносяться до того або іншого квартиля. В цих виданнях опубліковано 298 документів, що складає 69,5 % від загальної кількості опублікованих документів НПН НУК ім. адм. Макарова у БД Scopus. Розподіл публікацій науковців університету за квартилем журналів у БД Scopus представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Розподіл публікацій науковців університету за квантилем журналів у БД Scopus

Q	Кількість документів	%
Q1	18	4,2
Q2	102	23,8
Q3-4	178	41,5
невизначений*	131	30,5
Всього документів	429	100

* квантиль не визначається для більшості конференцій та тих журналів, які увійшли до міжнародних баз цитування менше 2-х років потому.

З таблиці видно, що тільки третина публікацій співробітників університету (28,5 %) доводиться на високореєтингові журнали, які входять до Q1 і Q2, основна частина публікацій (41 %) припадає на журнали середнього (рівня Q3 і Q4) і ще третина (30,5 %) всіх публікацій на видання без квантиля, серед яких більшість складають матеріали конференцій (Conference Paper). Серед періодичних видань Q1, в яких опубліковано праці НПП НУК можна назвати наступні: Physical Review E (6 документів), Journal of Chemical Physics (3), High Temperature (3), Demokratizatsiya (1), Entrepreneurship and Sustainability Issues (1), Physical Review Letters (1), Combustion Science And Technology (1), Optics Communications (1).

У таблиці 2 представлені видання-лідери, в яких опубліковано найбільшу кількість документів вчених НУК ім. адм. Макарова.

Таблиця 2

Видання-лідери, в яких опубліковано найбільшу кількість документів вчених
НУК ім. адм. Макарова за даними БД Scopus

№	Назва видання	Кількість документів	Q видання	Країна реєстрації видання
1.	Eastern-European Journal of Enterprise Technologies	34	2-3	Україна
2.	IEEE Transactions on Plasma Science	21	2	США
3.	Technical Electrodynamics	13	3	Україна
4.	Lecture Notes in Mechanical Engineering	12	3	США
5.	Actual Problems of Economics	11	4	Україна
6.	Journal of Nano and Electronic Physics	9	3	Україна
7.	Journal of Automation and Information Sciences	9	3	США
8.	Journal of Legal Ethical and Regulatory Issues	8	2	США
9.	Ceur Workshop Proceedings	7	-	США
10.	Welding International	6	4	Великобританія
11.	Strength of Materials	6	3	США
12.	Advances in Intelligent Systems and Computing	6	3-4	Німеччина
13.	Ukrainian Journal of Physics	5	4	Україна
14.	Studies in Systems Decision and Control	5	3-4	Швейцарія
15.	Polish Maritime Research	5	2	Польща
16.	Mechanics of Composite Materials	5	2-3-4	США
17.	Indian Journal of GeoMarine Sciences	5	4	Індія

Серед видань, в яких опубліковано найбільшу кількість документів вчених НУК ім. адм. Макарова, переважають наукові періодичні видання України та США, а за квантилем – видання зі США.

Ключовим показником для оцінки ефективності наукової діяльності організацій є цитуваність наукових робіт співробітників організації в національному і міжнародному науковому просторі. Загальна кількість

цитувань праць вчених НУК ім. адм. Макарова, проіндексованих міжнародною системою наукового цитування Scopus, складає 1401. Динаміка збільшення загальної кількості цитувань представлена на рис. 4.

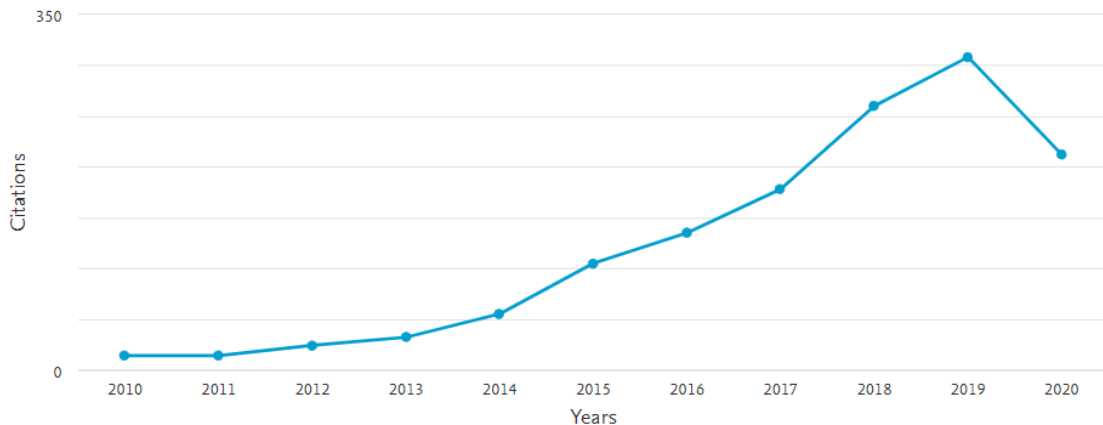


Рис. 4. Динаміка збільшення загальної кількості цитувань за даними БД Scopus

Серед найбільш цитованих документів авторів-НПП НУК ім. адм. Макарова за даними БД Scopus можна назвати:

- Drobyazko, S., Hryhoruk, I., Pavlova, H., Volchanska, L., **Sergiychuk, S.** Entrepreneurship innovation model for telecommunications enterprises (2019). Journal of Entrepreneurship Education (США), 22 (2), стаття № 1528-2651-22-2-319, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85066942198&partnerID=40&md5=d31e41a57e9d009adb65f3e1d26dad1e>, кількість цитувань – 53, Q журналу – 3;
- Solesvik, M.Z., Westhead, P., Matlay, H., **Parsyak, V.N.** Entrepreneurial assets and mindsets: Benefit from university entrepreneurship education investment (2013) Education + Training (Великобританія), 55, pp. 748-762. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84885444559&doi=10.1108%2fET-06-2013-0075&partnerID=40&md5=835561cc861c4d8726685561eac0469e> DOI: 10.1108/ET-06-2013-0075, кількість цитувань – 46, Q журналу – 2;
- **Ushcats, M.V.** Equation of state beyond the radius of convergence of the virial expansion (2012) Physical Review Letters (США), 109 (4), стаття № 040601, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864239620&doi=10.1103%2fPhysRevLett.109.040601&partnerID=40&md5=7b12c9dbd18d2a240841a38e433599e1> DOI: 10.1103/PhysRevLett.109.040601, кількість цитувань – 37, Q журналу – 1;
- Kondratenko, Y., Korobko, O.V., **Kozlov, O.V.** PLC-based systems for data acquisition and supervisory control of environment-friendly energy-saving technologies (2017) Studies in Systems, Decision and Control (Швейцарія), 74, pp. 247-267. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020526413&doi=10.1007%2f978-3-319-44162-7_13&partnerID=40&md5=92d4d43598c7c7fd6ae647ba73badd4d DOI: 10.1007/978-3-319-44162-7_13, кількість цитувань – 28, Q журналу – 4;
- **Serbin, S.I., Matveev, I.B.** Theoretical investigations of the working processes in a plasma coal gasification system (2010) IEEE Transactions on Plasma Science, 38 (12 PART 1), стаття № 5618572, pp. 3300-3305. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78650290489&doi=10.1109%2fTPS.2010.2086495&partnerID=40&md5=252cb81432e239aa61b0e9fda5d6ffde> DOI: 10.1109/TPS.2010.2086495, кількість цитувань – 25, Q журналу – 2.

Висновки

Проведений аналіз дозволив оцінити кількісні параметри публікаційної активності Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова і зробити наступні висновки:

1. Протягом останніх чотирьох років спостерігається позитивна динаміка зростання кількості публікацій НПП НУК ім. адм. Макарова у наукометричній БД Scopus та кількості їх цитувань. Однією з причин можна вважати початок реалізації Постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти», а також важливим фактором є підвищення інформованості НПП про способи оцінки результативності їх праці.
2. Більша частина публікацій НПП НУК у виданнях, які індексуються в БД Scopus – це наукові статті, але тільки третина публікацій співробітників університету (28,5 %) припадає на високореєтингові журнали, які входять до Q1 і Q2, основна частина публікацій (41 %) – на журнали середнього (рівня Q3 і Q4) і ще третина (30,5 %) всіх публікацій – на видання без квартиля, серед яких більшість складають матеріали конференцій (Conference Paper).

З Авторам слід зосередити увагу на високореєтингових виданнях міжнародного рівня, що сприятиме підвищенню цитованості наукових робіт співробітників організації в національному і міжнародному науковому просторі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Стефура, Г. Я. & Сирота Л. Б. (2018) Бібліометрія документних потоків: організаційний аспект. *Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття, IV міжнародна науково-практична конференція, (26–27 жовтня 2018, Хмельницький)*. 2, 33–36. Взято з <http://molodyvcheny.in.ua/files/conf/other/30oct2018/51.pdf>.
- [2] Корольова, Т. Д. (2017) Бібліотека ВНЗ: інформаційно-аналітична підтримка наукових досліджень (з досвіду роботи НБ НУК). *Візія бібліотеки ВНЗ в контексті розвитку сучасних соціокомунікаційних концепцій, всеукраїнська науково-практична конференція, (27–27 квітня 2017 р., Миколаїв)*, 54–60. Взято з <https://bit.ly/2SJBdkr>.
- [3] Костирко, Т., Бондар, І., Корольова, Т. & Жигалкіна, М. (2019) Дослідження результативності наукової та науково-методичної діяльності Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова у сфері суднобудування та суміжних галузях. *Міждисциплінарні дослідження складних систем = Interdisciplinary Studies of Complex Systems*, 15, 67–87. Взято з <http://iscs-journal.npu.edu.ua/article/view/180437>.
- [4] Костирко, Т. М. (2018) Досвід роботи Наукової бібліотеки з підвищення публікаційної активності та результативності наукової діяльності науково-педагогічних працівників Національного університету імені адмірала Макарова. *Бібліотеки закладів вищої освіти: досвід та перспективи. III Міжнародна науково-практична конференція. (4–6 липня 2018 р., Одеса)*. Взято з <http://liber.onu.edu.ua/konf2018/11.pdf>.
- [5] Корольова, Т. Д. (2018) Аналітичний огляд публікаційної активності науковців НУК імені адмірала Макарова в міжнародних наукометричних інформаційних ресурсах. *Науково-комунікативний простір бібліотеки ВНЗ: вимоги часу та реалії : всеукраїнська науково-практична конференція. (1–2 листопада 2018 р., Миколаїв)*. Взято з <https://bit.ly/2Z0daTt>.
- [6] Мриглад, О., & Назаровець, С. (2019). Наукометрія та управління науковою діяльністю: вкотре про світове та українське. *Вісник Національної академії наук України*, 9, 81–94. Взято з <https://doi.org/10.15407/vsn2019.09.081>.
- [7] *Наказ про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук 2019* (Міністерство освіти і науки України). *Офіційний сайт Верховної Ради України*. Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-19#n4>
- [8] Квартиль (2015) *Open Science in Ukraine*. Взято з <https://openscience.in.ua/quartile-wos-scopus.html>.

Kostyrko T. M., Korolova T. D.

Bibliometric analysis of scientific resources, in which the research results of the scientists of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding are published (based on Scopus)

Abstract. The article presents the results of bibliometric research of scientific resources in which Admiral Makarov National University of Shipbuilding scientists publish (based on Scopus data), conducted in order to evaluate the results of scientific activity. The results can be used to further increase the publication activity of authors as well as the university as a whole.

Keywords: bibliometry, scientometric data bases, indexes of publishing activity, Scopus, scientometric analysis, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

УДК 001.891:621.793/.795

БІБЛІОМЕТРИЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖЕНЬ З НАПРЯМКУ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ, НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ У БД SCOPUS.

Костирко Т.М., кандидат наук із соціальних комунікацій¹, Жигалкіна М.С.²

¹ Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова; Україна, Миколаїв; Україна, Миколаїв

² <https://orcid.org/0000-0002-4175-9975>, <https://orcid.org/0000-0002-2366-6927>

Анотація. У статті представлені результати бібліометричного дослідження, спрямованого на удосконалення обладнання та підвищення властивостей покриттів та розвиток напрямку «Наноструктурування промислових металів і сплавів, напилених покриттів» на основі продуктів і сервісів наукометричної БД Scopus. Отримані результати можна використовувати для подальших наукових

досліджень з даної та суміжних тем, а також застосовувати в процесі викладання матеріалознавчих дисциплін та технології напilenня покриттів.

Ключові слова: бібліометрія; наукометричний аналіз; наукометрична база даних; Scopus; наноструктурування металів, напilenі покриття.

Вступ

Одна з найбільш актуальних проблем технологічного прогресу полягає в необхідності забезпечувати постійну відповідність між властивостями матеріалів, що застосовуються в кораблебудуванні, машинобудуванні та інших галузях промисловості, і все більш жорсткими умовами їх роботи.

Найчастіше виявляється, що хоча б за одним із параметрів ці матеріали не відповідають поставленим вимогам. Як правило, найбільш слабким елементом в системі «матеріал – робоче середовище», що визначає допустимі умови експлуатації і ресурс всієї системи, є поверхня матеріалу.[1]

Захист деталей машин і конструкцій від корозії і зношування, підвищення довговічності машин і механізмів – одна з найважливіших технічних проблем. Щорічно суднобудівні та судноремонтні підприємства витрачають більше 40% всього споживаного металу на виготовлення запасних деталей різних вузлів тертя, в металобрухт здаються деталі при зносі сполучних поверхонь 0,5...2,0 мм і втрати маси лише 3%. Перспективним напрямком підвищення терміну служби виробів є формування поверхневого шару, що контактує із зовнішнім середовищем, з підвищеними експлуатаційними властивостями.[2]

Створення зносостійких, корозієстійких, жаростійких, хімічностійких, електроізоляційних, теплозахисних та інших видів покриттів дає можливість позбавитись слабого елемента, суттєво скоротити втрати дефіцитних матеріалів та підвищити якість і надійність машин, обладнання, споруд.[3]

В останні роки значного поширення набули процеси нанесення багатофункціональних покриттів газотермічним напilenням. У зв'язку з цим дане дослідження є актуальним.

Мета. Дослідження спрямоване на отримання нових знань про розвиток напрямку «Наноструктурування промислових металів і сплавів, напilenі покриттів» у світовому науковому просторі з використанням продуктів та сервісів наукометричної бази даних (БД) Scopus.

Хронологічні рамки дослідження наукових статей – 2015-2019 рр.

Методика. Для отримання релевантних емпіричних даних авторами проведений огляд світової літератури за темою роботи з використанням ресурсів міжнародної реферативної та наукометричної бази рецензованої літератури Scopus. Розглянуто алгоритм «покрокових» дій у БД Scopus щодо: 1. формування кола найбільш цитованих публікацій; 2. визначення найбільш актуальних тем; 3. виявлення найбільш продуктивних авторів; 4. визначення рівня представництва в БД Scopus публікацій українських вчених за темою дослідження.

Результати. Під час дослідження авторами доведено, що основними темами напрямку «Наноструктурування промислових металів і сплавів, напilenі покриттів» є: первинні матеріали та їх властивості; процеси формування покриттів газотермічними та вакуумно-конденсаційними методами, будова та принципи роботи установок для нанесення покриттів; вплив технологічних параметрів нанесення і додаткової обробки на властивості покриттів.

Наукова новизна. Авторами вперше в Україні було проведено бібліометричне дослідження в галузі матеріалознавства (предметний напрям «Наноструктурування промислових металів і сплавів, напilenі покриттів») на основі продуктів і сервісів наукометричної БД Scopus.

Практична значимість. Отримані результати можна використовувати для подальших наукових досліджень з даної та суміжних тем, а також застосовувати в процесі викладання матеріалознавчих дисциплін та технології напilenня покриттів.

Основна частина

Практичну частину дослідження виконано на основі БД Scopus – бібліографічної і реферативної БД та інструменту для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях. Ця база даних є найбільш повним та вичерпним ресурсом для пошуку наукової літератури.

Покрокові дії пошукової роботи у БД Scopus.

1. Роботу з БД Scopus починаємо з основної сторінки за адресою <https://www.scopus.com>. У вкладці «Розширений пошук» прописуємо ключові слова «nanostructuring», «metals», «spraying» та обираємо оператор «AND». У результаті пошуку система знаходить 255 документів.

2. Далі конкретизуємо запит. У полі «Рік» обираємо 2015-2019 рр. У полі «Галузь знань» обираємо «Materials Science». У полі «Тип документа» обираємо «Article». У полі «Ключові слова» серед наданих системою обираємо саме ті, що безпосередньо пов'язані з напрямком наноструктурування металів і сплавів, напilenі покриттів. («Coatings», «Sprayed Coatings», «Nanostructures», «Plasma Spraying», «Corrosion Resistance»). В результаті отримуємо 43 документи.

3. Подальша робота – аналіз вибраних документів за допомогою сервісу «Аналізувати результати пошуку». В результаті аналізу отримуємо кількість опублікованих документів за кожен рік (рис. 1): 2015 р. – 3, 2016 р. – 8, 2017 р. – 9, 2018 р. – 11, 2019 р. – 12.

Документи по годам

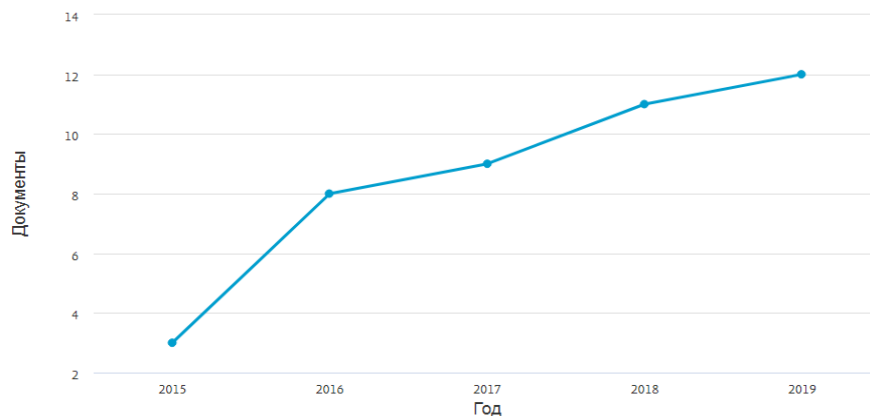


Рисунок 1. Кількість опублікованих документів за кожен рік за даними БД Scopus

Аналіз документів за джерелом. Найбільше статей (8) надруковано у журналі «Surface and Coatings Technology» (видавець «Elsevier», CiteScore (2018) 3.44, SJR (2018) 0.973, SNIP (2018) 1.435); По 3 статті надруковано у журналах «Applied Surface Science» (видавець «Elsevier», CiteScore (2018) 4.93, SJR (2018) 1.115, SNIP (2018) 1.326); «Journal of Surface Investigation» (видавець Pleiades Publishing, CiteScore (2018) 0.48, SJR (2018) 0.236, SNIP (2018) 0.569); По 2 статті у журналах «Ceramics International» (видавець «Elsevier», CiteScore (2018) 3.50, SJR (2018) 0.888, SNIP (2018) 1.279); «International Journal of Refractory Metals and Hard Materials» (видавець «Elsevier», CiteScore (2018) 3.11, SJR (2018) 1.062, SNIP (2018) 1.715) та ін.

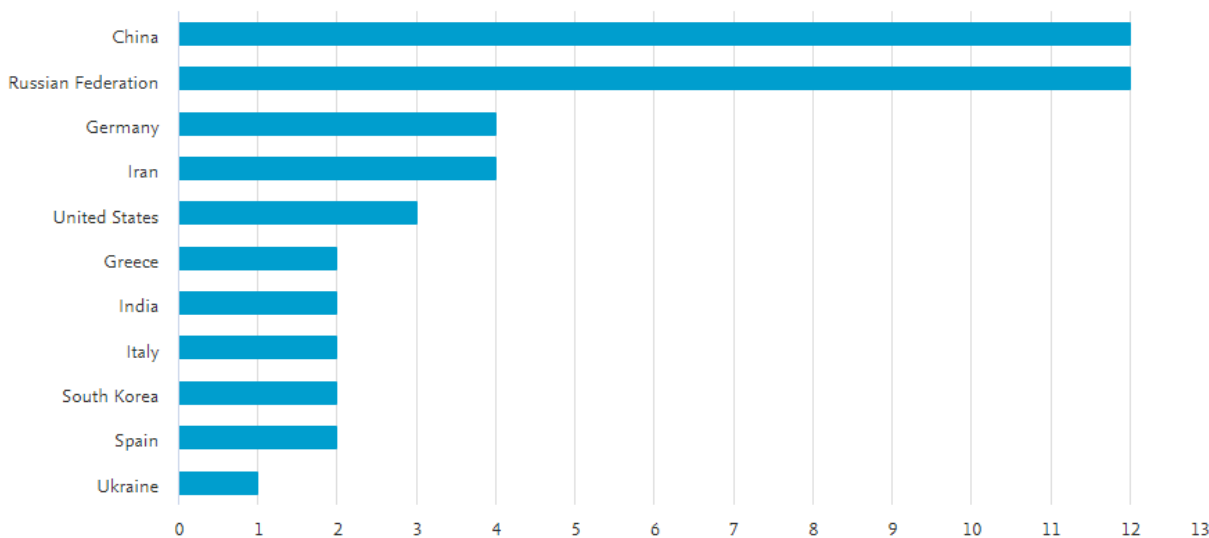


Рисунок 2. Аналіз документів за країнами та територіями за даними БД Scopus

Аналіз документів за країнами та територіями (рис. 2). Найбільше статей (12) належать авторам з КНР та РФ, по 5 статей у авторів із Німеччини та Ірану, 3 статті у авторів із США, по 2 статті у авторів з Греції, Індії, Італії, Північної Кореї та Іспанії, та 1 стаття у авторів з України.

4. Лідера з міжнародного визнання публікацій визначається за показником цитованості праць. Тому, наступний крок – визначення найбільш цитованих статей, які складуть так зване «ядро» та складання звіту з цитування (табл. 1). Для цього переходимо до вкладки «Подивитися огляд цитування» та сортуємо відібрані документи за кількістю цитувань у порядку їх зменшення. Кількість цитувань в кожному році представлено на рис. 3.

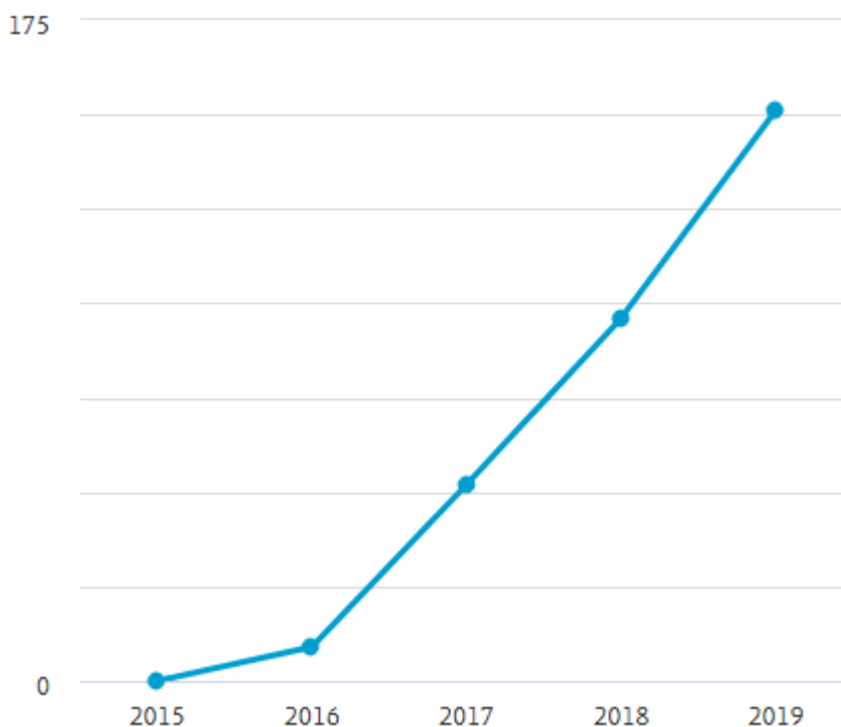


Рисунок 3. Кількість цитувань в кожному році за даними БД Scopus

Серед обраних статей 34 мають ненульову кількість цитувань. З них 13 статей мають кількість цитувань більше 10. Загальна кількість цитувань – 308. Найбільше цитувань статті отримали у 2019 р. (151) , найменше – у 2015 р.

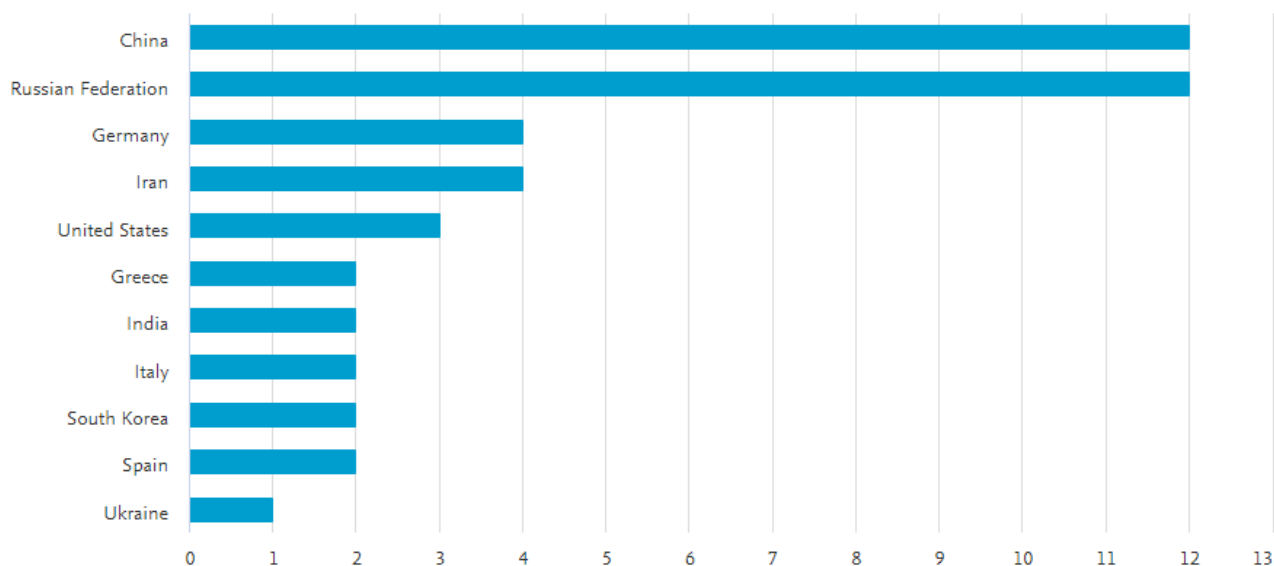
Таблиця 1. Звіт з цитування найбільш цитованих публікацій за ключовими словами «nanostructuring» , «metals», «spraying» у БД Scopus.

№ п/п	Автори, назва статті, назва журналу	Рік вид.	2015	2016	2017	2018	2019	Всього
1.	Golovin, K., Boban, M., Mabry, J.M., Tuteja, A. Designing Self-Healing Superhydrophobic Surfaces with Exceptional Mechanical Durability (ACS Applied Materials and Interfaces)	2017	-	-	6	20	29	55
2.	Lekatou, A., Sioulas, D., Karantzalis, A.E., Grimanelis, D. A comparative study on the microstructure and surface property evaluation of coatings produced from nanostructured and conventional WC-Co powders HVOF-sprayed on Al7075 (Surface and Coatings Technology)	2015	-	5	11	9	9	34
3.	Kumar, A., Sharma, A., Goel, S.K. Erosion behaviour of WC–10Co–4Cr coating on 23-8-N nitronic steel by HVOF thermal spraying(Applied Surface Science)	2016	-	-	9	7	10	26
4.	Hong, S., Wu, Y., Wang, B., Zhang, J., Zheng, Y., Qiao, L. The effect of temperature on the dry sliding wear behavior of HVOF sprayed nanostructured WC-CoCr coatings (Ceramics International)	2017	-	-	4	8	3	25
5.	Chen, L., Xu, T., Lu, S.a, Wang, Z., Chen, S., Zhang, L. Improved hardness and wear	2018	-	-	-	1	16	17

	resistance of plasma sprayed nanostructured NiCrBSi coating via short-time heat treatment (Surface and Coatings Technology)							
6.	Savrai, R.A., Makarov, A.V., Soboleva, N.N., Malygina, I.Y., Osintseva, A.L. The Behavior of Gas Powder Laser Clad NiCrBSi Coatings Under Contact Loading (Journal of Materials Engineering and Performance)	2016	-	1	4	7	5	17
7.	Jafari, M., Han, J., Seol, J., Park, C. Tribological properties of HVOF-sprayed WC-Co coatings deposited from Ni-plated powders at elevated temperature (Surface and Coatings Technology)	2017	-	-	1	4	9	14
8.	Zimmermann, J., Schliske, S., Held, M., Tisserant, J., Porcarelli, L., Sanchez-Sanchez, A., Mecerreyes, D., Hernandez-Sosa, G. Ultrathin Fully Printed Light-Emitting Electrochemical Cells with Arbitrary Designs on Biocompatible Substrates (Advanced Materials Technologies)	2019	-	-	-	-	5	5
9.	Mali, S.A., Nune, K.C., Misra, R.D. Biomimetic nanostructured hydroxyapatite coatings on metallic implant materials (Materials Technology)	2016	-	1	3	1	1	6
10.	Han, J., Jafari, M., Park, C., Seol, J. Microstructure-property relations in WC-Co coatings sprayed from combinatorial Ni-plated and nanostructured powders (Materials Characterization)	2017	-	-	1	5	5	11
11.	Zhang, F., He, J., Chen, K., Qin, Y., Li, C., Yin, F. Microstructure evolution and mechanical properties of TiCN-Cr nano/micro composite coatings prepared by reactive plasma spraying (Applied Surface Science)	2018	-	-	-	3	4	7
12.	Wang, H., Yang, T., Song, X., Liu, X., Wang, X., Wu, X. Wear resistance enhancement of bimodal-grained cemented carbide coating (Surface and Coatings Technology)	2017	-	-	-	4	4	8
13.	Mordyuk, B.N., Prokopenko, G.I., Grinkevych, K.E., Piskun, N.A., Popova, T.V. Effects of ultrasonic impact treatment combined with the electric discharge surface alloying by molybdenum on the surface related properties of low-carbon steel G21Mn5 (Surface and Coatings Technology)	2017	-	-	1	3	5	9

Основна тематика найбільш цитованих робіт присвячена технологіям напилених покриттів у поєднанні з питанням математичного моделювання та комп'ютерної оптимізації, зокрема процесів плазмового напilenня. А також особливостей отримання і застосування порошкових та інших видів матеріалів для нанесення покриттів, наукових аспектів та проблем розвитку напilenня.

Розподіл найбільш цитованих статей за країнами має вигляд:



Розподіл найбільш інтелектуально продуктивних авторів наукових статей за індексом Гірша представлено у таблиці 2.

Таблиця 2. Перелік найбільш продуктивних авторів.

№ п/п	Автор	Установа	Країна	h- індекс
1.	Savushkina, S. V.	Russian Federal Space Agency	Russian Federation	7
2.	Liu, Xuemei	Beijing University of Technology	China	22
3.	Polyansky, Mikhail N.	Russian Federal Space Agency	Russian Federation	4
4.	Wang, Haibin	Beijing University of Technology	China	14
5.	Borisov, Anatoly M.	Moscow Aviation Institute (National Research University)	Russian Federation	12

Висновки Під час дослідження авторами доведено, що основними темами напрямку «Наноструктурування промислових металів і сплавів, напилених покриттів» є: первинні матеріали та їх властивості; процеси формування покриттів газотермічними та вакуумно-конденсаційними методами, будова та принципи роботи установок для нанесення покриттів ; вплив технологічних параметрів нанесення і додаткової обробки на властивості покриттів. Результати спрямовані на удосконалення обладнання та підвищення властивостей покриттів, захист деталей машин і конструкцій від корозії і зношування, підвищення довговічності машин і механізмів.[4]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Dubovyi, O.M., Karpechenko A.A., Bobrov M.M. (2018). Thermal and Vacuum-Condensation Spray Technology Mykolaiv: publisher Torubara V.V.
2. Dubovyi, O.M., Karpechenko A.A., Shkurat S.I., Bobrov M.M., Nedelko E.Yu., LYMAR O.O. (2019). Formation of a Thermally Sustainable Polygonization Substructure With Enhanced Properties in Electric Arc Coatings. Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" series: "New solutions in modern technologies", no.10, pp. 3-10. doi:10.20998/2413-4295.2019.10.01
3. Dubovyi, O.M., Yankovets T.A. (2004). Matematychna model plazmovoho strumenia ta yii praktychne zastosuvannia dlia vyznachennia rezhymiv plazmovoї obrobky metaliv [].Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, no.6 (399), pp. 43-50. [in Ukrainian]
4. Borysov Yu.S., Borysov A. L., Burlavchenko A.N., Tsybalystaia T.V., Senderovsky Ts. (2017). Structure and Properties of Alloyed Powders Based on Fe3Al Intermetallic for Gas-Thermal Spraying Produced Using Mechanochemical Synthesis Method. Automatic Welding, no. 9. pp. 40-47. doi.org/10.15407/as2017.09.06

Kostyrko T. M., Zhyhalkina M. S.

Bibliometric evaluation of research in the field of nanostructuring of industrial metals and alloys, sprayed coatings in the database Scopus.

Abstract. The article presents the results of bibliometric research aimed at improving the equipment and improving the properties of coatings and the development of "Nanostructuring of industrial metals and alloys, sprayed coatings" based on products and services of scientometric database Scopus. The obtained results can be used for further research on this and related topics, as well as used in the teaching of materials science and coating technology.

Key words: bibliometry; scientometric analysis; scientometric database; Scopus; nanostructuring of metals, sprayed coatings.

УДК 378.147

THE PECULIARITIES OF TESTING IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES¹Kiselyova T.V., instructor²Smuhliakova M.K., senior instructor³Fatieieva V.G., senior instructor

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

¹tatashavasana@gmail.com, ²marina124553gmail.com, ³vgfateevea@gmail.com

Annotation. Some issues of testing knowledge and skills of students in teaching a foreign language have been discussed. Forms of control and a number of arguments in defense and against the excessive increase in test methods in the language learning have been presented.

Keywords: knowledge control, assessment, effectiveness of the educational process, advantages and disadvantages of tests.

Introduction.

Assessment is one of the most important factors in the learning process of any academic subject, including a foreign language. It allows not only to trace the progress, but also identify the gaps in knowledge, skills and abilities of students and thereby determine the necessary changes that should be made to the working methodology. Testing nowadays is considered as a system that covers the entire process of teaching. It performs the following functions: training, diagnostic, corrective, managerial, evaluative, stimulating, developing and educating.

Main part

There are many types of tests, so the choice depends on the program, methodology, and tutorials that were used in the learning process.

Multiple-choice tests

They are one of the most common forms of tests that are taken in any classroom. These tests are taken in order to assess the complex concepts as well as the simple understandings of the student. Multiple-choice tests are specially designed to determine the readiness of a student to answer a specific question. Since all the possible answers are given, it does not take much time calculating and devising a new answer.

Matching tests

Matching tests are another important form of tests that can be seen in any classroom. Matching tests are designed and taken in order to assess the student's understanding of relation between events and dates, events and places, and so on.

True-False tests

True-False tests are specially designed to determine the decision of a student on a specific question. This is probably one of the best ways to judge the concepts of a student. Most of the true-false tests are timed so that students can make quick decisions on whatever concepts they have.

Short-answer tests

These tests include questions, answers of which can be given in two to three lines. These tests are designed to determine the brief but comprehensive answer to any specific question or concept.

Oral Exams

Oral exams are a great way to assess the conceptual framework and learning of a student. Written tests may not give a closer insight of the student's conceptual framework and learning. But when a teacher hears to the concepts and ideas of student, it gives a more clear result.

Essay Tests

Essay tests, which are also known as assignments are designed in order to assess the student capabilities of interpreting objective, collecting material, sorting material, and finally preparing the conclusion of the assignment.

Performance tests

Performance tests are devised in order to assess the expertise of a student in a specific experiment. A specific time period is given to the student in order to conduct the experiment with maximum proficiency.

Like any other type of control, testing takes time, but it should be considered as part of the learning process. Motivation to perform the tasks well, depends on how we use the test results. If testing is seen as a competition between students, then they may not cause motivation, and if testing is used as an opportunity to identify students' progress, then they motivate them and make them think about how to increase their level of knowledge.

Despite many advantages, testing has some drawbacks, which are considered below:

- When performing tests, there is a chance of guessing: the student presents only the answers. The teacher does not trace how students make one or another choice. The preparation of tests is often based on a mental function called recognition, so some methodologists believe that students get used to working with ready-made formulations and are unable to present the knowledge received in any other way.

- Subjectivism is often found in the content of the tests, their selection and instructions for test tasks, much also depends on the specific test system and time given to control knowledge.

- There is a danger of automatic errors. For example, the student did not understand the instructions and began to respond completely differently from what the standard procedure requires.

- Lack of opportunity to reveal personality when performing standard tasks.

It should also be noted that tests make it possible to check a limited area of knowledge and skills. The teacher cannot evaluate the students' ability to solve problems and build a logically connected answer taking into account only test results.

Conclusion

Although there are many types of tests to choose from but the shortcomings of this form of control are also obvious. In our opinion, tests cannot replace other forms of control; however, they open up many new opportunities for the teacher who holds exams or end of lesson quizzes, as they eliminate difficulties of oral and written answers to the question posed.

REFERENCES:

1. Law B, Eckes M., Assessment and ESL. Portage and Main Press, 2007, 286 p.
2. Mclean J., Lockwood R., Why we assess students and how: the competing measures of student performance. Sage Publications, 2006, 72 p.

Кисельова Т.В., Смулякова М.К., Фатєєва В.Г.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ПРИ НАВЧАННІ ІНОЗЕМНИМ МОВАМ

Анотація. Розглянуто питання тестування знань, умінь і навичок в процесі вивчення іноземної мови. представлено форми контролю; наведено ряд аргументів за та проти використання тестових методик.

Ключові слова: контроль знань, тестові методики, оцінювання, ефективність навчального процесу, переваги і недоліки процесу тестування.

УДК 167.7

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНОГО ЗНАННЯ

Без'язика А.О., асп. каф. автоматики, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц., каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст. викл. каф. філософії та культурології

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

nastya211221@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Аннотація. Проаналізовано особливості застосування моделювання при виконанні наукових досліджень. Наведено класифікацію математичних моделей. Розглянуто математичне моделювання як метод дослідження процесів перетворення енергії в хвильових електростанціях.

Ключові слова: математичне моделювання; копія; технічні системи.

Моделювання як одну з найважливіших категорій процесу пізнання неможливо відокремити від розвитку людства. Ще з дитинства людина пізнає світ, спочатку через іграшки та ігри, і відображає, або моделює, дійсність.

Термін «модель» походить від латинського слова «modulus», тобто зразок, пристрій, еталон. У широкому значенні — це будь-який аналог (уявний, умовний: зображення, опис, схема, креслення тощо) певного об'єкта, процесу, явища («оригіналу» даної моделі), що використовується як його «замінник». [1]

Модель - це представлення об'єкта, системи або поняття в деякій формі, відмінній від реального існування. Модель є засобом, що допомагає в поясненні, розумінні або удосконалюванні системи. Модель може бути точною копією об'єкта (хоча й в іншому масштабі і з іншого матеріалу) або відображати деякі характерні властивості об'єкта в абстрактній формі. Тому модель - це інструмент для прогнозування наслідків при дії вхідних сигналів на об'єкт, який підвищує ефективність суджень і інтуїції фахівців.

Всі моделі - спрощені уявлення реального світу або абстракції. Звичайно відкидають велику частину реальних характеристик досліджуваного об'єкта і вибирають ті його особливості, що ідеалізують варіант реальної події.[2].

Будь-яка модель реальної системи є абстрактним, формально описаним об'єктом. Модель, як правило охоплює тільки основні, характерні властивості системи, залишаючи осторонь несуттєві, другорядні фактори.

Проектування технічних систем взагалі неможливе без їх моделювання. Моделювання забезпечує можливість збереження у зручній формі знань в обсязі, мінімально необхідному і достатньому для досягнення тої чи іншої мети. Моделювання виступає засобом заміни опису реальної системи з високим рівнем складності описом іншої системи з нижчим рівнем складності, а модель є спрощеним представленням системи, що відбиває її найбільш суттєві (для даної проектної процедури) властивості. [3]

Якщо при переході від оригіналу до моделі використовується заміна оригіналу на матеріальне тіло чи явище, то така модель називається фізичною, якщо ж оригінал замінюється його описом, то модель може бути вербальною, математичною або графічною, залежно від використовуваних при описі символів. Реалізована у вигляді макету чи пристрою, чи зафіксована у вигляді словесного опису, рівняння, формули, графіка, креслення, модель є системою наших уявлень про оригінал, його властивості і взаємозв'язки на певному етапі пізнання оригіналу. Вибір об'єктів і методів моделювання визначається поставленою задачею. [3]

Науковою основою моделювання як методу пізнання і дослідження різних об'єктів і процесів є теорія подібності, в якій головним є поняття аналогії, тобто схожості об'єктів за деякими ознаками. Подібні об'єкти називаються аналогами.

Основним видом кількісної аналогії є математична подібність, коли об'єкти описуються за допомогою рівнянь і функцій. Математична подібність є основою математичного моделювання — найбільш розповсюдженого способу опису сучасних технічних систем.

Математичні моделі - сукупність математичних об'єктів і відношень між ними, що адекватно відображає певні властивості об'єкта.

Класифікація математичних моделей відбувається за кількома принципами.

1.Залежно від характеру відображуваних властивостей об'єкта - функціональні і структурні. Функціональні відображають процеси функціонування об'єкта. Вони мають частіше усього форму системи рівнянь. Структурні можуть мати форму матриць, графів, списків векторів і виражати взаємне розташування елементів у просторі. Вони відбивають структурні властивості об'єкта.

2.За способами одержання функціональних математичних моделей - теоретичні й формальні. Теоретичні одержують на основі вивчення фізичних закономірностей. Структура рівнянь і параметри моделей мають певне фізичне тлумачення. Формальні одержують на основі прояву властивостей об'єкта, що моделюється в зовнішньому середовищі, тобто розгляд об'єкта як кібернетичної «чорної скриньки». Теоретичні моделі більш універсальні і справедливі для широких діапазонів зміни зовнішніх параметрів. Формальні більш точні в діапазоні, у якому робилися виміри.

3.Залежно від лінійності і нелінійності рівнянь - лінійні і нелінійні.

4.Залежно від множини значень змінних неперервні і дискретні.

5.За формою зв'язків між вихідними, внутрішніми і зовнішніми змінними - алгоритмічні й аналітичні.

6.Залежно від вигляду рівнянь, що використовуються у математичній моделі об'єкта, моделі підрозділяються на статичні і динамічні. У статичних моделях використовуються лінійні і нелінійні алгебраїчні рівняння і їхні системи, а в динамічних - лінійні і нелінійні диференціальні рівняння і їхні системи.[2]

Розглянемо математичне моделювання як метод дослідження процесів перетворення енергії в хвильових електростанціях.

Хвильова електростанція (ХвЕС) - установка, розташована в водному середовищі, метою якої є отримання електроенергії з кінетичної енергії хвиль.

Важливою частиною ХвЕС є електромеханічна частина. Для дослідження статичних і динамічних режимів роботи електромеханічного перетворювача необхідно скласти його математичну модель у формі системи диференціальних рівнянь або у вигляді передаточних функцій. Взагалі математична модель у вигляді диференціальних рівнянь є більш загальною, оскільки дозволяє одержати рівняння для статичних режимів прирівнявши похідні функцій до нуля.

Математичний опис і дослідження особливостей динамічних процесів, що відбуваються в механічних і електричних пристроях ХвЕС, являють складну, трудомістку задачу. Тому на початковій стадії дослідження важливо оцінити правомірність вибору вихідних гіпотез, визначити доцільність застосування тих чи інших коректних припущень.

Розробка математичної моделі ЕМС ХвЕС базується на теоретичних положеннях аналітичної механіки, електротехніки, відповідних розділах математики при широкому використанні експериментальних залежностей, що підтверджують адекватність отриманих моделей реальним об'єктам.

В інженерній практиці великого поширення набув метод по елементного опису ЕМС, в основу якого покладено ідею отримання вихідних рівнянь системи з безпосереднім застосуванням законів механіки, електротехніки та інших суміжних дисциплін. Цей підхід базується на вивченні процесів і явищ, що відбуваються в окремих пристроях і елементах систем, і обліку їх впливу один на одного за допомогою рівнянь зв'язку.

В даний час при моделюванні процесів, що відбуваються в ЕМС ХвЕС можна виділити два основних взаємодоповнюючих шляхи вирішення поставлених завдань. Перший орієнтований на широке застосування аналітичних методів аналізу і синтезу систем керування процесами перетворення енергії, що мають спрощені математичні моделі і можливість формалізації вирішуваних завдань, що дозволяє створювати ефективні алгоритми і програми автоматизації дослідження і проектування систем керування. Другий шлях орієнтований на використання широко застосовуваних в інженерній практиці методів розрахунку регуляторів, налагодження систем керування. Представляється перспективним об'єднання цих напрямків і створення єдиної методології дослідження і проектування ЕМС ХвЕС, що поєднує аналітичність топологічних методів, переваги операційного обчислення, багатокритеріальної оптимізації, інженерну спрямованість методів аналізу і синтезу таких систем, ефективність застосування обчислювальної техніки.[4]

Висновки. Сучасні технічні системи постійно модернізуються та ускладнюються. Особливо це стосується електромеханічних та електроенергетичних систем, через зростання енергоспоживання у світі та підвищенням рівня автоматизації усіх сфер діяльності людини.

У зв'язку з цим процес проектування та дослідження цих систем постійно удосконалюється. Моделювання є однією з найбільш важливих складових роботи фахівців та дослідників.

В центрі уваги інженерів та вчених опиняється усе більше складних систем, що унеможлиблює фізичне моделювання та підвищує значимість математичних моделей та імітаційного (комп'ютерного) моделювання, яке є результатом реалізації на ПЕОМ математичної моделі системи.

Комп'ютерне моделювання стало ефективним інструментом дослідження і проектування складних систем. Актуальність математичних моделей безперервно зростає через їх гнучкість, адекватність реальним процесам, невисокою вартістю реалізації на базі сучасних ПЕОМ (персональних комп'ютерів).

Особливо ефективним є застосування комп'ютерного моделювання на ранніх етапах проектування електромеханічних та електроенергетичних систем, коли ціна помилкових рішень найбільш значна.

Тому володіння комплексом знань і умінь, пов'язаних з використанням методів моделювання, в даний час є необхідним елементом технічної культури і затребуваності фахівців на ринку праці, важливою частиною їх професійної підготовки та перепідготовки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Томашевський В. М. (2005) *Моделювання систем* Київ: Видавнича група ВНУ.
- [2] Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.(Ред.). (2001). *Моделювання електромеханічних систем*. Кременчук: Обрій.
- [3] Гліненко Л.К. (2003) *Основи моделювання технічних систем: Навч. Посібник*. Львів: Видавництво «Бескид Біт».
- [4] Коробков В.А. (1986) *Преобразование энергии океана*. СПб.: Судостроение.

Bez'yazy`ka A.O., Patlaichuk O.V., Stupak O.P.

MODELING AS A METHOD OF ORGANIZATION OF THEORETICAL KNOWLEDGE

Text of the annotation. Features of application of modeling at performance of scientific researches are analyzed. The classification of mathematical models is given. Mathematical modeling as a method of studying the processes of energy conversion in wave power plants is considered.

Keywords: mathematical modeling; copy; technical systems.

УДК 167.7

ПРИРОДА І ТЕХНІКА

Іванов А.В., асп. каф. комп'ютеризованих систем управління, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст. викл. каф. філософії та культурології
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
toha18ivanov@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Анотація. Техніка як феномен суспільного життя є предметом дослідження різних наук, в тому числі і філософських. Але сьогодні все більше потребує уваги морально-етична та культурологічна проблематика, гуманістичні та ціннісні аспекти розвитку науки, техніки та технології. Соціальні наслідки технічного розвитку, особливості сучасної "технотронної ери", формування системи цінностей в постіндустріальному суспільстві – це ті проблеми, які торкаються інтересів всього людства. А гострота цих проблем полягає не тільки у тому, що відбуваються незворотні зміни природного середовища, а й відбувається вплив на саму людину – на її свідомість, сприйняття світу, систему ціннісних орієнтацій. Сьогодні техніка та антропологічна криза (деградація людини та втрата духовності) – взаємопов'язані. При цьому, слід зазначити, що саме техніка та технічне ставлення до всього є одним із факторів цього глобального неблагополуччя.

Ключові слова: постіндустріальне, антропологічна криза, техніка.

Витоки розуміння техніки знаходяться в глибині віків. Так, давньогрецьке слово "techne" в античному світі розумілося достатньо широко. Його тлумачили як вміння ремісника, його високу майстерність у виконанні певних робіт, навіть твори мистецтва. До сфери "techne" відносили також землеробство й мисливство, мореплавство й лікування, ткацьке та зброярське мистецтво і багато іншого. У широкому сенсі слово "techne" означає звернення до невідомого, раніше невідомого. "Techne" представляє собою сферу знання, яке безпосередньо пов'язане з людською діяльністю. Знання про те, що раніше не існувало і не могло існувати саме по собі, знання, що з'являється в результаті людської діяльності, народжується завдяки свідомості людини, її праці та слугує її цілям – відноситься до сфери технічного знання.

Культура, як форма буття соціальної реальності, проявляється у здатності задавати штучні основи протікання "звичайних процесів", конструктивно синтезувати, утримувати й відтворювати причини та наслідки, які неможливі поза технологією. Взагалі технічний прогрес, можна сказати, багатогранне соціальне явище, яке є результатом, перш за все, постійної взаємодії техніки з іншими сферами діяльності суспільства й індивіда і тому має завжди складний характер. Це відбувається тому, що праця, соціальна діяльність, як джерело та субстанція культури, імманентно технічні й технологічні. У техніці найбільш рельєфно виражається опосередкованість людських відносин до природи та конструктивна природа культури. Це відбувається завдяки предметному синтезу природного та соціального, законів природи й людських потреб, природної необхідності та доцільності. Техніка і технологія забезпечують визначеність, відтворюваність культури як людського світовідношення в безкінечній творчій еволюції природно-історичного. Технологічність цивілізації є настільки очевидною та загальноприродною властивістю, що саме по цій прикметі дуже часто її протиставляють культурі, хоча насправді зв'язок культури, технології та цивілізації значно складніший і потребує для свого аналізу більш тонких дистинкцій [1].

Сенс техніки в тому, що вона є засобом людської діяльності і ні в якому разі вона не повинна її замінювати. У дійсності призначення техніки – це посилення "органів" та потенцій людини, в тому числі інтелектуальних. Виходячи з вище сказаного, поняття "техніка" можна розглядати у вузькому сенсі, як технічний пристрій (артефакт), який створений людиною з елементів природи для вирішення конкретних культурних

завдань, і в ширшому, як усякого роду засоби, які характеризують дії (техніка письма, рахунку, плавання тощо), як штучний або організаційний прийом, який посилює, покращує або полегшує цю дію. У техніці людство акумулювало свій багатовіковий досвід, прийоми, методи пізнання та перетворення природи, втілило усі досягнення людської культури. У формах і функціях технічних засобів своєрідно відбилися форми та способи впливу людини на природу.

Ускладнення змісту і структури культури як цивілізації, тягне за собою конфлікти, зіткнення між різними її утворюючими компонентами. У той же час збільшення могутності людської діяльності багатократно посилює не тільки корисні, але й негативні прояви людської діяльності. Так виглядають справи з негативними екологічними та соціально-екологічними наслідками науково-технічного прогресу, які утворюють пряму загрозу існуванню людства як біологічного виду взагалі.

Сьогодні вплив техніки розповсюджується на органічну й неорганічну природу. В області неорганічної матерії – це будівельна техніка, електротехніка, теплотехніка, фізико-хімічна техніка, енергетична техніка та ін. В області органічної природи – це техніка сільського господарства, а також біотехнологія, яка дозволяє включати в предметне поле техніки усю біологію. Соціальна практика з очевидністю показала, що сучасний науково-технічний прогрес не тільки радикальним чином може перетворити суспільство, людину, але й спроможний внести непоправні, трагічні наслідки в розвиток всієї людської цивілізації. Про це, зокрема, свідчать суперечливі оцінки перспектив розвитку науки та техніки в сучасній філософії й соціології. З одного боку, безпрецедентний розвиток науки та техніки, ускладнення зв'язків науково-технічного та соціального прогресу сприяли відродженню “сцієнтистських” та “технократичних” ілюзій з приводу всемогутності науки і техніки у вирішенні всіх соціальних протиріч. З іншого боку, негативні наслідки розвитку науки та техніки стимулювали появу альтернативних теорій, які оцінюють науково-технічний прогрес як силу, що вийшла з-під контролю людини і ворожу людській природі.

Аналіз техніки, як явища культури, стимулюється загальним усвідомленням її ролі в сучасному світі. Сьогодні люди сприймають як належне не тільки тотальне вторгнення техніки в усі сфери матеріального виробництва, транспорту, зв'язку, але й у сфери управління, медицини, спорту, людського побуту та відпочинку. Однак сучасні оцінки соціального ефекту застосування технічних систем виходять за рамки чисто технічних завдань. Як засвідчує досвід, вплив техніки на природу, суспільство та людину має неоднозначні, часто протилежні результати. Дійсно, якщо техніку однозначно визначати і сприймати як ціль технічної раціональності, формальними причинами людської діяльності, то дуже важко пояснити, яким чином сьогодні ми отримуємо неочікувані та навіть суперечливі результати технічного прогресу. М. Гайдеггер вважає, що техніка має “нетехнічні” основи в природі та культурі. Вона не є простим вмінням, маніпулюванням предметами з метою отримання практичного ефекту. Виступаючи поєднанням природного матеріалу та людських задумок, вона представляє собою засіб виявлення сутності буття. “Сутність техніки знаходиться в області, де є місце відкриттям та її потаємність” [2].

Сама по собі спроба співвіднести техніку, культуру, творчість, котрі мають відношення до граничних підвалин буття. Дійсно, якщо техніку однозначно визначати і сприймати як ціль технічної раціональності, формальними причинами людської діяльності, то дуже важко пояснити, яким чином сьогодні ми отримуємо неочікувані та навіть суперечливі результати технічного прогресу. М. Гайдеггер вважає, що техніка має “нетехнічні” основи в природі та культурі. Вона не є простим вмінням, маніпулюванням предметами з метою отримання практичного ефекту. Виступаючи поєднанням природного матеріалу та людських задумок, вона представляє собою засіб виявлення сутності буття. Людина вже не в змозі свідомо уявити виробничий процес в цілому, тому що в сучасній техніці всюди використовуються сили природи, які недоступні безпосередньому досвіду (хімічна, електрична, атомна енергія та ін.). Хоч речі, які побудовані на досягненнях сучасної науки і входять в наш побут, вони не складають природу в попередньому значенні, як це було в епоху ремісничої техніки, коли вироби людських рук з'являлися як, начебто, продовження самої природи. У той же час існує “техніка” мислення, дискусування, живопису, гри на музичних інструментах, а також і техніка керівництва окремо взятим колективом людей, виробництвом, державою і т.ін. Тому в сучасному розумінні поняття “техніка” вміщує в собі широкий зміст: сферу знання; сферу людської діяльності (включаючи усі можливі засоби та процедури), яка направлена на зміну природи і владування над нею у відповідності з потребами людини; сукупність вмінь та навичок, які складають професійні особливості того або іншого роду людської діяльності; мистецтво й майстерність людини, яка займається цією діяльністю [3].

Отже, техніка виникла для полегшення життя, скорочення щоденних затрат на виконання будь-якої праці, збільшення вільного часу й підвищення комфорту. Сенс техніки в тому, щоб звільнитися від влади природи. Її призначення – звільнити людину як живу істоту від підкорення природі з її бідами, загрозами. Тому сутність техніки полягає у цілеспрямованому маніпулюванні матеріалами і силами для реалізації призначення людини.

Але сутність техніки амбівалентна [4]. Вона як допомагає людині, так і навпаки, перетворює її в частину машини. У техніці вміщені не тільки безмежні корисні можливості, але й безмежна небезпека: техніка перетворилася на, так би мовити, монстра, величезну силу, яка підкоряє все і всіх. Ще ніколи людина не мала таких творчих технічних можливостей і ще ніколи вона не мала таких руйнівних засобів. Технізація охоплює все ширше коло простору – від підкорення природи до підкорення усього життя людини. І, як наслідок, людина вже не знає, що робити зі своїм дозволенням, якщо її вільний час не заповнений технічно організованою діяльністю.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Адорно, Т.В. (1989). О технике и гуманизме. В. Г. Горохов (Ред.), *Философия техники в ФРГ*. (с. 364-371). Москва: Прогресс.
- [2] Хайдеггер М. (1986). Питання про техніку. *Нова технократическая волна на Западе*. Москва: Прогресс.
- [3] Хёсле, В. (1991). *Философия экология*. Отримано з <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000805/>;
- [4] Гьосле, В. (2003). *Практична філософія в сучасному світі*. Київ: Лібра

Ivanov A., Patlaichuk O., Stupak O.

NATURE AND TECHNOLOGY

Text of the annotation. *Technology as a phenomenon of social life is the subject of research in various sciences, including philosophy. But today more and more attention needs to be paid to moral and ethical and cultural issues, humanistic and value aspects of the development of science, technology and engineering. The social consequences of technical development, the peculiarities of the modern "technotronic era", the formation of a system of values in post-industrial society - these are the problems that affect the interests of all mankind. And the severity of these problems lies not only in the fact that there are irreversible changes in the natural environment, but also the impact on man himself - on his consciousness, perception of the world, the system of value orientations. Today, technology and the anthropological crisis (human degradation and loss of spirituality) are interrelated. At the same time, it should be noted that technology and technical attitude to everything is one of the factors of this global disaster.*

Keywords: post-industrial, anthropological crisis, technology.

УДК 740.004.8

ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Канаш О.Є., асп. каф. Економіки та організації виробництва, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст.викл.каф. філософії та культурології
Національний університет кораблебудування імені адмірала. Макарова
Україна, Миколаїв
0000-0002-9586-0964, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Аннотація. У роботі висвітлено бачення авторів щодо актуальності основних філософських уявлень про можливість створення штучного інтелекту як аналога людському в умовах становлення Четвертої промислової революції.

Ключові слова: філософія штучного інтелекту; Четверта промислова революція; «сильний» штучний інтелект; конективізм..

На початку XXI століття людство постало перед новою сходинкою еволюційного розвитку – перед Четвертою промисловою революцією – новим технологічним укладом, що характеризується проникненням технологій 4.0 - штучного інтелекту, нанотехнологій, альтернативних паливно-енергетичних систем, біотехнологій, технологій нових матеріалів, генної інженерії - що визначає їх вплив на становлення соціуму.

Потужна технологічна складова нового укладу зумовила стрімкий розвиток штучного інтелекту, що вже сьогодні проникає ледь не у всі сфери суспільства. Разом з тим, актуалізувалися філософські питання, пов'язані з його розробкою, можливостями сьогодні і в майбутньому.

Вперше питання про можливість створення повноцінної штучної імітації людського інтелекту поставив американським вченим А. Тьюринг, замислившись, чи можна змусити машину думати. У так званому «тесті Тьюринга» вчений у запропонував учасникам у розмові визначити, чи він веде розмову з людиною, або штучним інтелектом. Якщо машину, що видавала з себе людину, розкрити не вдавалося, це означало, що машина має

розум. Такий підхід А. Тьюринга визначив прагматичний підхід у галузі дослідження штучного інтелекту і дав поштовх до подальших дискусій філософів штучного інтелекту (ШІ).

Спектр питань дослідників філософії ШІ доволі широкий та різноплановий, залежно від того, під призмою чи то поняття «інтелект» або ж «свідомість» розглядати ШІ, змінюється напрямок дослідження. Одні з найбільш популярних напрямків філософської думки ШІ - аналітична філософія, трансгуманізм, питання використання конвергентних технологій, етичні аспекти розвитку ШІ.

Вагомий внесок у розвиток філософії ШІ зробив у 1980 році американський вчений Дж. Серл. Будучи критиком А. Тьюринга, у своїй роботі «Разум мозку – комп'ютерна програма?», автор піднімає питання можливості створення штучної свідомості, повністю аналогічної до людської. Серл пропонує поняття «сильного» та «слабкого» штучного інтелекту. Згідно з уявленнями філософа, «сильний» ШІ здатний пройти тест А. Тьюринга, а отже, нібито, може бути прирівняний до інтелекту людського, будучи наділеним когнітивними навичками. У свою чергу «слабкий» інтелект – певні комп'ютерні моделі, які використовуються для дослідження людського розуму. Проте на думку Дж. Серла, тест Тьюринга не є адекватною перевіркою мисленевих здібностей, адже при тому, що людина у бесіді може сприйняти комп'ютер за людину, всередині ШІ не відбувається істинного розуміння суті бесіди. На підтвердження критичної позиції автор проводить експеримент «Китайська кімната», висновки якого ставлять під сумнів теорію існування «сильного» інтелекту – допоки ШІ не буде усвідомлювати процеси, які з ним відбуваються, ідентифікувати себе як особистість, не доцільно вважати, що машина може мислити.

З іншої точки зору, але погоджувалися з Дж. Серлом й інші представники аналітичної філософії – Г.Дрейфус, ведучи мову про типи розумової діяльності, П.М. та П.С. Черчленд зі своїми конективістськими уявленнями про ШІ. За словами подружжя Черчленд, функціональна архітектура обчислювальних машин кардинально відрізняється від нейрофізіологічної структури мозку. Комп'ютери працюють на базі процесора, який послідовно обробляє сигнали. Робота ж мозку відрізняється від комп'ютера, адже в мозку одночасно опрацьовуються сигнали за допомогою численної кількості різних нейронних мереж. Нейрони можна порівняти до «аналогових процесорів», характер дії яких, безперервно змінюється, що може відбуватися як в прямому, так і в зворотньому напрямках. Отже, мозок являє собою динамічну систему і більш наочно модель ШІ демонструють, на думку дослідників, принципи функціонування нейронних мереж мозку.

Проте на нашу думку, 21 сторіччя відкрило нову сторінку у розвитку філософії ШІ. Ми наведемо декілька фактів щодо розвитку технологій, які змусять замислитися щодо об'єктивності нівелювання теорії «сильного» ШІ.

На сьогоднішній день створені штучні нейронні мережі – один з видів машинного навчання, форма ШІ, реалізована через програмне забезпечення, яка відтворює принципи обміну інформацією між нейронами мозку людини. Окреслена технологія дозволяє обробляти штучним інтелектом величезні масиви інформації. Найголовніша здатність нейронних мереж – здатність до навчання – її розробники навчають програму відрізнити один об'єкт від іншого, а далі вона вже самостійно, аналізуючи мільйони зображень, обирає необхідні зображення та визначає їх характеристики. На момент появи нейронних мереж потужності комп'ютерів були досить низькими, тому створити необхідну кількість шарів нейронних мереж, які визначають її ефективність, було неможливо. Проте розробка потужних процесорів GPU і TPU дозволила значно збільшити кількість таких шарів, що зумовило надзвичайний успіх глибинного навчання (Deep Learning). Це знайшло вираження в тому, що на сьогодні нейронні мережі застосовують майже у всіх областях, де використовують ШІ. Вражає, що, наприклад, нейромережа RNN здатна генерувати вірші та створювати власні унікальні слова, яких не було у наданому їм розробниками словниковому запасі; нейромережа CNN – прорив в області комп'ютерного зору, вміє розпізнавати та класифікувати обличчя; нейромережа GAN – потужний генератор, спроможний створювати образи заданої категорії та розпізнавати створені образи; нейронні мережі типу DON використовують для прийняття рішень ШІ основі аналізу ситуації та поточних факторів, вони лежать в основі машинного навчання типу «навчання без вчителя».

Однією з останніх новин у науці стала заява нейробіологів зі США про те, що ШІ можна вселити почуття власної «смертності», відтворивши функцію гомеостазу в машинах. «Наша мета — з'ясувати умови, які потенційно дозволили б машинам піклуватися про те, що вони роблять або думають. За певних умов, машини, які можуть реалізувати процес, схожий на гомеостаз, здатні також отримати джерело мотивації і нові засоби для оцінки поведінки, на зразок почуттів живих організмів», [4] — зазначено в роботі нейробіологів із Південно-Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі. На думку вчених, якщо змусити комп'ютер піклуватися про себе, це не тільки покращить його роботу, але і відкриє нові обрії у дослідженні природи почуттів та свідомості машин. Імітація системи даних про дотик, слух, смак, нюх, зір дозволять комп'ютеру на інтелектуальному рівні піклуватися про себе та самостійно приймати зважені рішення.

Група вчених з Національної лабораторії Лос-Аламоса в США виявила, що мережі штучного інтелекту стають нестабільними після тривалих періодів навчання. Проте в результаті впливу станів, аналогічних до хвиль людського мозку під час сну, їх стабільність відновлюється, то є зникає після аналога сну.

Наведені приклади технологічного прогресу – розробка інноваційних процесорів, що знаходять відображення у розвитку штучного інтелекту, на наш погляд, дещо ставлять під сумнів абсолютну впевненість прихильників теорії конективізму щодо кардинальної відмінності на сьогодні та у майбутньому архітектури обчислювальних машин та нейрофізичної структури мозку. Тим не менш, за філософськими уявленнями сьогодення, людський інтелект не можливо порівняти з машинним з наступних причин: - по-перше, ШІ не має властивості думати, розмірковувати, не має творчого, діалектичного, рефлексивного та критичного мислення – його висновки ґрунтуються на обробці численної кількості інформації, при тому, що сутність цієї інформації для ШІ не має сенсу;

- по-друге, ШІ не володіє самосвідомістю, світоглядними універсальними культурних надбань, мудрістю, духовним світом та ціннісними орієнтирами, ідеалами, почуттями та емоціями;

- по-третє, робота ШІ – результат функціонування алгоритмів, йому не властиві абстрактне мислення та діалектична логіка, що унеможлиблює здатність до творчої, новаторської діяльності. Людський ж інтелект наділений ідеальними образами, цілісним баченням дійсності, уявою та фантазією, що формується завдяки здатності до емоційних переживань та волі. Це дозволяє виконувати творчу роботу, спрямовану на одержання нових результатів, інновацій, відкриттів.

Висновки: Проблема штучного інтелекту вже давно вийшла за рамки технологічних аспектів. Попри аргументи щодо неможливості створити ШІ, який стане аналогом людського, технології Четвертої промислової революції актуалізують теорію сильного ШІ, ставлять під сумнів прихильників конективізму думку про абсолютну відмінність процесів інтелекту машини та людини. Проблема ШІ залишається складною і комплексною, потребує подальшого вивчення, отже сучасні філософи царини штучного інтелекту змушені тримати руку на пульсі подій, приймаючи виклики розробників інноваційних продуктів у досліджуваній галузі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Turing A. M. (1950) Computing machinery and intelligence. *Mind*, p. 433–460.
- [2] Churchland P.M., Churchland P.S. (1990) Could a Machine Think? *Scientific American Journal*. URL: <http://sils.shoin.ac.jp/~gunji/AI/CR/sciam90couldamachinethink.pdf>
- [3] Sato K. What makes TPUs fine-tuned for deep learning? (2018) Google Cloud Platform. URL: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/what-makes-tpus-fine-tuned-for-deep-learning>
- [4] Man, K., Damasio, A. (2019) Homeostasis and soft robotics in the design of feeling machines. *Nat Mach Intell* 1. pp. 446–452
- [5] Riordon, J. (2020) Artificial brains may need sleep too. *Los Alamos National Laboratory* URL: <https://www.lanl.gov/>

Kanash O, Patlaichuk O., Stupak O.P.

PHILOSOPHICAL ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Text of the annotation. The theses cover the author's vision of the relevance of the main philosophical ideas about the possibility of creating an artificial intelligence analogous to the human in conditions of the Fourth Industrial Revolution evolvement.

Keywords: philosophy of artificial intelligence; The Fourth industrial revolution; "Strong" artificial intelligence; connectivism.

УДК 167.7

ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ

Козлов А.Ю., асп. каф. комп'ютеризованих систем управління, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст. викл. каф. філософії та культурології
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
baragozchik@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Анотація. Завданням даної роботи є проведення аналізу історії розвитку техніки, основних критеріїв її періодизації та існуючих різних підходів до поділу на періоди. Розглянуто аспекти розвитку техніки на кожному з етапів. В умовах науково-технічного прогресу технічний розвиток сприймається як щось

фатальне, а проблема технонауки є однією з актуальних у сучасній філософії, оскільки вчені доводять що з її розвитком виникають проблеми з інтегральними образами майбутнього, які не можуть не хвилювати безліч людей.

Ключові слова: *техніка, майстерність, технонаука.*

Слово «техніка» є одним з найдавніших і широко поширене сьогодні. Воно виникло ще в античному суспільстві і бере свій початок від грецького слова «техне», що означало уміння, майстерність, майстерну діяльність. Тепер це слово асоціюється у більшості людей з машинами, різними знаряддями, все більш складними системами, які пронизують практично всі сфери суспільного життя і людської діяльності. Основне призначення техніки - позбавлення людини від виконання фізично важкої або рутинної роботи, щоб надати їй більше часу для творчих занять, полегшити її повсякденне життя.

Грецьке поняття техніки можна охарактеризувати подвійно: з одного боку, як теоретичне знання, а з іншого – як зв'язок із процесами природи. Поняття «техне» греки пов'язували з цими двома значеннями,

О. Лосєв, аналізуючи етимологію поняття «техне», відзначав, що стародавні греки не розрізняли мистецтва, ремесла і науки. Ремесло в них – це одухотворена, одушевлена річ, така ж, як і мистецтво. А наука не є чистою умоглядністю, це завжди практика. Тому наукова категорія «техне» перебуває недалеко від ремісничого чи художнього «техне». Такі уявлення є органічними для античної культури, побудованої на принципах матеріального космологізму [1, с. 491].

Зміст поняття «техніки» історично трансформувалося, відображаючи розвиток способів виробництва і засобів праці. Первинне значення слова мистецтво, майстерність - позначає саму діяльність, її якісний рівень. Потім поняття «техніка» відображає певний спосіб виготовлення або обробки. І, нарешті, поняття «техніка» переноситься на виготовлені матеріальні об'єкти. Це відбувається в період розвитку машинного виробництва, і технікою називаються різні пристосування, які обслуговують виробництво, а також деякі продукти такого виробництва.

Деякі дослідники як Лосєв О., Горохов В., Чижевський Д., Кульчицький О. виділяють такі етапи або фази в розвитку науки та техніки:

Перша фаза (прибл.1660 — прибл.1750) — наука і техніка тут інституалізуються

Друга фаза — початок промислової революції (кінець XVIII ст. — усе XIX ст.). В цей час бурхливий розвиток техніки починає вимагати застосування науки, тобто виникає зустрічний рух науки, техніки і технології одне до одного.

Третя фаза — XX ст. — тут зв'язок науки і техніки стає систематичним і спеціально планованим.

Французький соціолог Ж.П. Кантен виділяє три етапи розвитку науково - технічного прогресу

перша хвиля — промислова революція;

друга хвиля — науково-технічна революція XX ст.;

третя хвиля — технологічна революція, що почалася у 80-х роках нашого століття. [2]

Науково технічний прогрес - це невинний рух науки і техніки. НТП, як справедливо відмітив американський економіст Джеймс Брайт, єдиний в своєму роді процес, об'єднуючий науку, техніку, економіку, підприємництво і управління. [3]

Слід звернути увагу на органічну єдність науки та техніки в процесі їхнього розвитку. Сучасна техніка та технологія немислемі без втілення в них наукових досягнень. Якщо в минулі часи наука виступала як самостійна сфера діяльності, незалежно від інших чинників суспільного життя, то з певного часу вона починає входити в тісний зв'язок з іншими сферами діяльності людини. Особливо зростає її зв'язок з виробництвом, технікою. Здійснюючи на них суттєвий вплив, вона сама не може існувати без них.

Поняття «технонаука» з'явилося на Заході в самому кінці 70-х років XX століття. Сам термін належить, мабуть, бельгійському філософу Ж. Оттуа, але в побуті він утвердився в 1980-1990-і роки завдяки отримав в останні роки широкий резонанс публікацій Бруно Латура, Донни Харауей, Пітера Галісона, Ендрю Пікерінга, Хельги Новотні і ряду інших.

В даний час до складу технонауки включають перш за все дослідження і конструювання нанооб'єктів, певні розділи інформатики та розробку на їх основі інформаційних технологій, біомедицину і так звану когнітивну науку - міждисциплінарний комплекс досліджень, що займаються процесами придбання і використання знань (включає в себе філософію свідомості, психологію, нейрофізіологію, лінгвістику і теорію штучного інтелекту).

Крім того, до технонауки дуже часто відносять синтетичну хімію, фармацевтику, створення нових матеріалів, а іноді також мехатроніки і робототехніку. І це, на наш погляд, правильно, але - недостатньо. Якщо розглядати технонауку як взаємопов'язаний комплекс стимулюючих один одного наукових практик і технологій,

то слід було б тлумачити дане поняття ще ширше. Зокрема, було б абсолютно логічно віднести сюди ж космонавтику, розробку і створення великих енергосистем, пошук нових способів отримання енергії, управління кліматом, а також деякі інші напрямки досліджень і дослідно-конструкторських розробок.[4, с. 124]

Проблематика технонауки присутня на сторінках філософських, соціологічних і наукових видань ось уже близько трьох десятиліть, саме в останні кілька років вона стала набувати характеру не тільки «авангардної», а й суспільно значущої теми. Адже якщо раніше науково-технічний прогрес сприяв розширенню можливостей людини, то тепер він приймає характер вільної гри з можливостями як такими, однією з яких стає трансформація самої людської природи на різних рівнях нашої тілесної і психічної організації (проекти радикального продовження життя за допомогою засобів наномедицини, «поліпшення» роботи мозку за допомогою різних мікропристроїв, корекція генетичних кодів і інші). І якщо класична епоха створила уявлення про вченого як відчуженість від мирської метушні шукачі чистих істин, то в епоху технонауки йому доводиться покинути горезвісну «вежу зі слонової кістки» і вступити в активний діалог з громадськістю, яка не хоче вже просто захоплюватися силою наукового розуму, а претендує на участь у визначенні цілей і сенсу його діяльності. [5]

Практично всі провідні зарубіжні фахівці, які аналізували перспективи технонауки, сходяться на тому, що виникають у зв'язку з цим стратегічні проблеми які вимагають істотного підвищення ролі соціальних досліджень. Одночасно зростає і роль філософії, яка в ряді аспектів безпосередньо інтегрується з окремими напрямками сучасної технонауки, такими, як дослідження в області штучного інтелекту або програми з вивчення геному людини.

Розвиток науки і техніки в останній час поставив перед суспільством нову проблему — це проблема загальної оцінки феномену техніки в розвитку сучасної цивілізації. За класифікацією К. Ясперса, у другій половині ХХ ст. сформувалися три позиції щодо оцінки техніки: оптимістична, песимістична, нейтральна.

Оптимістична оцінка розвитку техніки резюмована в різних варіантах концепції технократизму, що її започаткував американський дослідник Т. Веблен. Вихідну тезу можна сформулювати так: техніка сама здатна нейтралізувати або й подолати ті негативні наслідки, які несе людству її розвиток і поширення. Тобто технічні системи створюють засоби і передумови поступової гармонізації життя і процесів у суспільстві.

Песимістичний напрям оцінки техніки дістав назву технофобії — жаху перед технікою. Прихильники такої оцінки висувують наведені раніше аргументи і роблять висновок про марність очікування добра від розвитку науки і техніки. На їх думку, цей розвиток не приведе ні до чого іншого, крім перетворення самої людини на елемент технічних пристроїв. [6, с. 138]

Нарешті, нейтральну оцінку науково-технічного розвитку можна передати словами К. Ясперса: “Одне, в усякому разі, очевидно: техніка — лише засіб, сама собою вона не є ні доброю, ні поганою. Усе залежить від того, що з неї зробить людина, чому вона служитиме, в які умови людина її поставить” [6, с.140]. “Оскільки техніка сама не ставить перед собою ніякої мети, вона перебуває по той бік добра та зла або передувє їм” [6, с.134].

Без науки й техніки неможливо забезпечити функціонування сучасної економіки. Крім того, наукові та технічні досягнення нагромаджуються у наш час нечуваними темпами. Припинити їх розвиток поки що просто неможливо; залишається завдання його регулювати. Отже, науково-технічний прогрес, судячи з усього, поки що йтиме невпинно, з нарощуванням темпів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Лосев, А.Ф. (1997). *Античная литература: учебник для высшей школы*. Москва: Омега-Л.
- [2] Адорно, Т.В. (1989). О технике и гуманизме. В. Г. Горохов (Ред.), *Философия техники в ФРГ*. (с. 364-371). Москва: Прогресс.
- [3] Баутин, В. М., Лазовский, В. В. (2001). *Инновационно-инвестиционная деятельность в рамках ИКС*. Москва: «Росинформатотех».
- [4] Андреев, А. Л., Бутырин, П. А. (2011). Технонаука как инновационный социальный проект. *Вестник Российской академии наук*, 3, 197-203.
- [5] Горохов, В.Г. (2008). Проблема технонауки - связь науки и современных технологий. *Философские науки*, 1, 33-57.
- [6] Ясперс, К. (1991). *Смысл и назначение истории*. Москва: Полит-издат

Kozlov A.U., Patlaichuk O.V., Stupak O.P.

Main stages of technology development

Text of the annotation. The task of this work is to analyze the history of technology, the main criteria for its periodization and the existing different approaches to the division into periods. Aspects of development of techniques at each of stages are considered. In the conditions of scientific and technological progress, technical development is

perceived as something fatal, and the problem of technoscience is one of the most relevant in modern philosophy, as scientists argue that with its development there are problems with integrated images of the future.

Keywords: technique, skill, technoscience.

УДК 621.431

РЕЦИКЛІНГ СУДЕН У СВІТОВОМУ ФЛОТІ: ІННОВАЦІЙНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ КУРС ДЛЯ МОРСЬКИХ ВУЗІВ УКРАЇНИ

Кривошеков Владимир Епифанович
Одесский учебно-исследовательский центр (ОУИЦ)
«Надёжность в судоходстве», Украина
vkrivoshchekov@gmail.com, ukrvov@i.ua

Аннотація. У доповіді представлені основні положення по концепції рециклінгу судів в рамках сталого розвитку світової морської індустрії. Викладено модулі навчальної програми курсу по рециклінгу судів. Дано рекомендації для наукових і практичних працівників суднобудівної, судноремонтної і судноплавної галузей.

Ключові слова: Рециклінг, утилізація судів, суднобудування, судноремонт, судноплаводство, модулі навчального курсу

В настоящее время произошла смена парадигмы научно-технического прогресса в экономически развитых странах Запада и сложилась новая концепция устойчивого развития техносферы Земли вообще и судостроительной/судноремонтной промышленности в частности. В конце прошлого века появилась рециклинговая индустрия как самостоятельный (относительно) вид производства и новая (новейшая) технология общего машиностроения в глобализированной мировой экономике. Мировая судостроительная промышленность ответила на новые вызовы нового времени, разработав и внедрил международный Кодекс по рециклингу судов в 2001 году. Более того, Международная морская организация (IMO, London) – специализированный орган ООН в сфере морской индустрии в мае 2009 году в Гонконге собрала дипломатическую конференцию стран-участниц и подписала международную конвенцию по рециклингу судов в статусе обязательного для исполнения международного стандарта – HongKong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships, 2009 (HONG KONG SRC 2009). Вступление этой конвенции в силу ожидается в ближайшие годы. В 2013 году в странах Европейского Союза (ЕС) усилиями Европейской комиссии (ЕК) приняты Правила о рециклинге судов (EU SRR - Ship Recycling Regulation), согласно которым демонтаж судов под флагами стран – членов Евросоюза должен осуществляться только на предприятиях, включенных в соответствующий список. Список утвержден 19 декабря 2016 года. В первую версию списка вошли 18 верфей, располагающихся в Латвии, Литве, Польше, Дании, Бельгии, Нидерландах, Франции, Португалии и Великобритании. Эти предприятия получают исключительное право разделки судов, которые принадлежат странам – членам Евросоюза.

В понятие «рециклинга судов» в международных документах IMO заложены «все взаимосвязанные операции (процессы) в течение жизненного цикла судна с момента его постройки до утилизации, включая проектирование, изготовление, эксплуатацию, окончательную швартовку судна к причалу или выброс судна на берег, его разборку (разделку), восстановление (recovery) деталей (элементов судовых конструкций и оборудования, материалов и веществ) с целью их повторного многократного использования и возобновление всех повторяющихся процессов (reprocessing)». Очевидно, что выполнение всех этапов рециклинга под силу только развитым странам – лидерам мирового судоходного бизнеса. Примером тому является Англия (Хортлпул, Тисайд), уже построившая в 2008 году и запустившая в работу судовую рециклинговую верфь (ship recycling yard), где в специальном доке производится безопасная и экологически чистая разборка отслуживших свой срок военных и торговых судов и все другие операции рециклинга. Очевидно и то, что Украина как развивающаяся морская страна не в состоянии конкурировать с мировыми лидерами, но свою нишу в инновационном развитии нового вида производства просто обязана занять. При этом вовсе не обязательно ждать каких-либо решений высших законодательных и исполнительных органов государственной власти. Опережающее развитие – определяющий аргумент конкурентных преимуществ любого бизнеса. Имеющаяся в Украине сырьевая база рециклинга в виде устаревших судов пригодных только к списанию на металлолом уже является достаточным основанием для запуска начального этапа рециклингового производства, потребители

продукции которого уже есть и еще найдутся. Конечно, без наличия стартового капитала (инвестора), производственной базы (территории, акватории, доки, складские площадки и помещения, специальное оборудование и др.), энергетических и, главное, человеческих ресурсов высокой квалификации о каком-либо инновационном развитии и новом производстве говорить не приходится. Как и сам рециклинг, основанный в странах Запада на системном и процессном подходах – базовых принципах менеджмента жизненного цикла любого вида продукции, его понимание и внедрение в Украине должно базироваться на этих же принципах. В качестве признанной во всем мире модели реализации этих принципов менеджмента следует принять цикл Шухарта-Деминга: Plan-Do-Check-Act (PDCA) = Планируй – Выполняй – Проверяй - Воздействуй. Начинать в любом случае надо с обучения персонала, разработки технического задания и выполнения научно-исследовательских работ [1-7].

Далее в докладе изложены модули и краткое их содержание в программе нового учебного курса для преподавателей морских вузов, а также специалистов-практиков судостроительной, судоремонтной и судоходной отрасли Украины. В общем случае представлены полезные и актуальные знания о процессе рециклинга судов как элемента стабильного развития всей морской индустрии, в том числе;

- Разница между рециклингом/утилизацией судов вообще и ответственным рециклингом;
- Понимание влияния уже существующей международной нормативной базы и различных правил, таких как Гонконгская конвенция и Регламент ЕС о рециклинге судов, на прибыль организации/компании;
- Методы рециклинга, которые заинтересованная организации/компания должна знать, и может использовать, чтобы перейти на более высокий уровень развития корпоративной социальной ответственности (КСО) - CSR (Corporate Social Responsibility) и многое другое.

За основу и в качестве прототипа взят существующий уже английский учебный курс Lloyd's Maritime Academy (Лондон).

Рециклинг судов является актуальной проблемой в глобальной морской индустрии, но для морских отраслей многих стран всё ещё представляется сложным для прохождения лабиринтом непонятного. Учебный курс позволяет получить представление о:

- целях и задачах реализации концепции «конца жизни» - «end-of-life» судов,
- полной цепочке поставок процессов рециклинга судов - whole recycling supply chain process;
- влиянии рециклинга судов на устойчивость и коммерческие аспекты для заинтересованной организации/компании.

Этот учебный курс включает в себя примеры из реальной жизни, поэтому его слушатели смогут легко применить свои новые знания к своей работе.

Ниже представлены основные модули инновационного учебного курса.

1. В первом модуле вы познакомитесь с мировой рециклинговой индустрией, ее историей, нынешним местоположением верфей для утилизации судов, а также с реновацией деталей/материалов, полученных в процессе рециклинга и обращения с отходами

2. В рамках второго модуля вы узнаете об Инвентаризации опасных материалов - Inventory of Hazardous Materials (IHM), его требованиях и о том, как понимать отчет IHM. Введение в инвентаризацию опасных материалов (IHM) согласно MEPC 269 (68)

- Что такое IHM? Почему это требуется?
- Требования IHM согласно HONG KONG SRC 2009 (HKC) и EUSRR
- Понимание отчета IHM
- Тематическое исследование (Поиск опасных отходов в отчете IHM судна-образца)

3. Разработка общего плана рециклинга судна (Ship Recycling Facility Plan - SRFP), а также плана рециклинга судна (Ship-Specific Recycling Plan - SRP) на этапе утилизации. Затем вы перейдете к изучению и пониманию того, как подготовить SRFP и SRP в соответствии с правилами. Сама разработка вышеуказанных планов включает:

- Понимание MEPC 2010 (63)
- Подготовка SRFP
- Понимание MEPC 196 (62)
- Подготовка SRP с использованием IHM и SRFP

4. Процесс рециклинга судов и оценка рисков

В четвертом модуле вам будет представлен процесс рециклинга судна, от момента его приливного выброса на берег / установки в рециклинговую верфь до полной утилизации, а также оценка риска работ, связанных с утилизацией судна.

Процесс рециклинга судов и оценка рисков включает:

- Трехступенчатая оценка риска
- тематическое исследование по оценке рисков

5. Менеджмент/Управление опасными отходами. Эта часть курса будет охватывать управление опасными отходами и его стандартные операционные процедуры (СОП – SOPs).

Управление опасными отходами

- Идентификация отходов в соответствии с ИМ
- Безопасное обращение, хранение и утилизация (стандартные операционные процедуры)

6. Здоровье, безопасность и экологический мониторинг процесса утилизации судов

Этот модуль научит лучшим методам мониторинга ЕНС процесса переработки.

Здоровье, безопасность и экологический мониторинг процесса утилизации судов

7. Углеродный след процесса рециклинга/переработки судов

В последнем модуле будет рассмотрен углеродный след процесса, а также рассмотрены вопросы ответственной утилизации судов и КСО.

Углеродный след процесса рециклинга/переработки судов

- Оценка углеродного следа процесса утилизации судна.
- тематическое исследование
- КСО и ответственные программы утилизации судов ведущих судовладельцев в мире.

В заключении отметим, что экономические и экологические проблемы во всем мире, их конвенционная и законодательная обеспеченность обуславливают интерес, в частности, и к реновационному производству (хотя оно и так уже достаточно развито), и (это главное) к эффективному и результативному решению общей задачи рециклинга техники на всех этапах её жизненного цикла. Реализация концепции глобального процесса рециклинга (recycling) – современной «зелёной индустрии» и его неотъемлемой части - реновационного производства в рамках мировых трендов «бережливого производства» (Lean Production) и устойчивого развития всех сфер мировой экономики (Sustainable Development) в значительной степени снижает напряженность обозначенных проблем. И этим процессам в прогрессе мировой индустрии, включая судостроение и судоходную отрасль, нет сегодня альтернативы.

И последнее. Одесский учебно-исследовательский центр (ОУИЦ) «Надежность в судоходстве» разработал ранее и предлагает сейчас другие инновационные учебные курсы и программы, например по подготовке/повышению квалификации офицеров PSC, экспертов Менеджмента морских ресурсов, Межкультурных коммуникаций, специалистов по надежности техники и технических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривошеков В.Е. Первый сборник научных трудов по менеджменту качества / надёжности / безопасности. - Одесса-Киев: УАЯ-ОУИЦ, 2004.- 147 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://krivoshchekov.at.ua/load/izbrannye_avtorskie_trudy/7-1-0-8
2. Кривошеков В.Е. Второй сборник научных трудов по менеджменту качества / надёжности / безопасности. – Одесса-Киев: УАЯ-ОУИЦ, 2009.- 167 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://krivoshchekov.at.ua/load/vtoroj_sbornik_nauchnykh_trudov_po_menedzhmentu_kachestva/vtoroj_sbornik_nauchnykh_trudov_po_menedzhmentu_kachestva/9-1-0-7
3. Кривошеков В.Е. Третий сборник научных трудов по менеджменту качества / надёжности / безопасности.- Одесса-Киев: УАЯ-ОУИЦ, 2012.- 149 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://krivoshchekov.at.ua/load/tretij_sbornik_nauchnykh_trudov_po_menedzhmentu_kachestva_nadezhnosti_bezopasnosti/tretij_sbornik_nauchnykh_trudov_po_menedzhmentu_kachestva/13-1-0-14#
4. Кривошеков В.Е. Общая проблема надёжности на стыке 2012-2013 гг.: два главных принципа (Надежность и безопасность. Приглашаем к дискуссии) // Методы менеджмента качества.- № 3.- 2013.- С. 50-52.
5. Кривошеков В.Е. РЕЦИКЛИНГ МОРСКИХ СУДОВ В МИРЕ И В УКРАИНЕ // ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РЕНОВАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ: Материалы 15-й Международной научно-технической конференции, 01–05 июня 2015 г. Одесса-Киев: АТМ Украины, 2015.- С. 89-93.
6. Кривошеков В. Е. НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ // Проблемы экологии и энергосбережения / Міжнародна науково-технічна конференція.- НУК: Николаев 20.05.2016 - 22.05.2016 р. Эл. ресурс, доступ по ссылке: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail.jsessionid=88a9aabc089a4fb5d23581f0e529?lectureId=34276&conferenceId=32314&isProjectorView=false>

7. Бойко М.Н., Горбунов Д.А., Кривошеков В.Е. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА // Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте: Материалы 17-го Междунар. науч.-техн. семинара, 20–24 февраля 2017 г., г. Святива-Киев: АТМ України, 2017. – С.57-59.

Vladimir E. Krivoshchekov

SHIP'S RECYCLING IN THE GLOBAL FLEET: AN INNOVATIVE TRAINING COURSE FOR UKRAINIAN MARITIME UNIVERSITIES

Annotation. The report presents the main provisions on the concept of ship recycling in the framework of sustainable development of the global marine industry. The modules of the curriculum for ship recycling are outlined. Recommendations are given for scientific and practical workers in the shipbuilding, ship repair and shipping industries.

Keywords: Ship recycling, utilization, shipbuilding, ship repair, shipping, training modules

УДК 53(043.5):378.016:372.853

THE STEM CONCEPT FOR SHIPBUILDING UNIVERSITY

Maryna Litvinova, Doctor of Pedagogics, Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor

Oleksandr Shtanko, Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor

Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Ukraine, Kherson

lmb965@gmail.com

Abstract: This paper considers the components of the concept of STEM-education and their implementation in the practice of the educational process in the Shipbuilding University. It is ground, that improving the quality of teaching methods STEM-disciplines based on innovative teaching methods, which include modern STEM-technologies, which significantly increases the productivity of professionally oriented activity of students.

Keywords: STEM-education, Technical University, concept

Introduction. The priority of Ukraine's educational policy is to improve the quality and competitiveness of higher education in the new economic conditions that promote its integration into the international educational space. This requires the modernization of higher technical education using the methodology of STEM education.

The acronym STEM (**Science, Technology, Engineering, Mathematics**) defines the characteristics of the relevant didactics, the essence of which is manifested in a combination of interdisciplinary practice-oriented approaches to the study of natural and mathematical disciplines. In Table1. STEM varieties in different scientific fields are presented.

Table1. STEM varieties in different scientific fields

Abbreviation	Decryption
STM	Scientific, Technical, and Mathematics; [1] or Science, Technology, and Medicine; or Scientific, Technical, and Medical.
eSTEM	Environmental STEM [2; 3]
STEMM	Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Medicine
iSTEM	Invigorating Science, Technology, Engineering, and Mathematics; identifies new ways to teach STEM-related fields.
STREM	Science, Technology, Robotics, Engineering, and Mathematics; adds robotics as a field.
STREAM	Science, Technology, Robotics, Engineering, Arts, and Mathematics; adds robotics and arts as fields.
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics [4].
STREM	Science, Technology, Robotics, Engineering, and Multimedia; adds robotics as a field and replaces mathematics with media.
GEMS	Girls in Engineering, Math, and Science; used for programs to encourage females to enter these fields [5].
AMSEE	Applied Math, Science, Engineering, and Entrepreneurship.

That is, we can consider STEM-direction of study as a generalized approach to modern engineering education. And it is in this aspect that it has been implemented over the last decade in the United States and Europe. For example, in the United States, STEM education encompasses federal policies and undergraduate programs in science, engineering, mechanical engineering, and mathematics, including those supported by the Department of Education, the National Science Foundation and NASA. In a memorandum issued in September 2017, President Trump instructed to allocate at least \$ 200 million annually, starting in fiscal year 2018, for events that support STEM and computer science [6].

In the USA and in the European system of higher education in each country and each University a proprietary STEM concept is being developed [7-11]. However, in Ukraine in Technical Universities in general and Shipbuilding Universities in particular, the problem of developing and implementing a methodology of STEM education of future engineers has not yet found a proper solution and requires special research.

Thus, the *purpose of this paper* is to consider a STEM concept of educational in the Shipbuilding University on the basis of a connected system of physical and mathematical disciplines.

Main part. STEM is a system that consists of four elements: natural sciences, technology, engineering (technical creativity), mathematics, between which logical connections are established, so the removal of any element or disruption of connections causes the destruction of the whole. Such a system is self-organizing and, accordingly, subject to laws, in particular synergetics. The ideas of synergetics are also aimed at philosophical and methodological reflection, which finds in it heuristic directions of development.

Currently, there is a problem of concrete-scientific methodological substantiation of STEM, which is a specific integration tool for teaching physics, theoretical mechanics, technology, engineering, mathematics. Given this, we consider STEM-methodology from the standpoint of a systems approach and structural-logical analysis. The essence of innovation is that these elements together give an effective result in Shipbuilding Universities - high quality education.

In the context of the formulated requirements, we consider:

- the possibility of implementing STEM in a holistic competitive environment of the university, in which it is possible to use comparative procedures;
- the presence of stability of the self-developing method STEM, which also contains deviations from the equilibrium state;
- probabilistic duration, taking into account dynamic indicators (chain or basic cyclic changes);
- research at the micro level of the Shipbuilding University provides for the consideration of the university as an open educational system.

The basis for STEM education technologies is interdisciplinarity, which has three value dimensions: breadth, integration and transformation. Latitude demonstrates quantitative and qualitative indicators. On the one hand, it is a set of interacting disciplines (physics, higher mathematics, radio electronics, theoretical mechanics), on the other - on common theoretical and methodological approaches, the object of study, the creativity of the scientific group, the division of labor between its members. results to quality standards, etc.

In the system of transdisciplinarity from the standpoint of STEM-education we distinguish four main areas:

1. Search for system integration of knowledge of physics, mathematics and professionally oriented disciplines using STEM-education technologies.
2. Development of a synthetic (artificial) paradigm of postmodern content, which does not reveal innovative approaches to the introduction of innovations in the educational process of technical free economic zones.
3. Consideration of interdisciplinary research and the allocation of transdisciplinarity not only as a transition to a new quality, but also overcoming disciplinary boundaries (transgression) arising from the introduction of innovations in technical free economic zones.
4. Development of the concept of postnormal science and the "second method of acquiring knowledge", based on the principles of logic, cybernetics, general systems theory, structuralism, organizational theory.

The concept of the STEM-development, the based The highly interdisciplinary and multidisciplinary nature of new technologies in the physics, the theoretical mechanics, the higher mathematics and the discrete mathematics, demonstration of such trends:

- more critical setting to technical disciplines, such as okremich galuzey with urahuvannyam hobby STEM-sanctify;
- erasing between natural and human sciences based on STEM-technology, which is why we need to develop students in motivation to complete technical disciplines at the University;
- change of identity, lack of knowledge to the ugly, mutual strategies at the boundaries of STEM-sanctify;

- development of transdisciplinary nature in the natural environment with the victorious interests of STEM-education, de natural environment in real time with partners outside the boundaries of the Technical University.

Solving the problem of overcoming the contradiction between the need to ensure a high level of integration of scientific knowledge in physics, mathematics, technical disciplines, technology is concentrated in STEM.

The analysis of indicators for the use of the element of STEM-technology outlines the following components: technical (compliance with educational specialization, for example, the study of ship structure), the use of information and computer technology, special methods, tools, training techniques to achieve learning.

The STEM element - mathematics in a certain component is considered as the use of computer systems software using elements of statistics and probability theories to calculate the causes of problems and justify the need to solve them. The cognitive-operational component provides for the use in calculations for the needs of professionally oriented discipline, finding parameters or characteristics of a particular physical or technical phenomenon.

The STEM element - engineering distinguishes: shipbuilding (study of the structure of ship structures); technical (creation of constructions of cars, the equipment with use of energy, matter, the equipment); pedagogical (theory and methods of design, design, management decisions) components; theory and methods of teaching technical, technological knowledge, formation of skills, abilities, specific methods of engineering. The element of engineering is a technical component of professionally oriented disciplines of Technical Universities. This is due to the need of students to master design skills that meet the demands of technical progress. The analysis gives grounds to claim that in the Shipbuilding University the dominant element in STEM is the element of engineering, which is explained by the need to apply the modeling of technical objects on a scientific basis.

Components of STEM-technologies in the motivational component are represented through the element of science (engineering mechanics, professionally oriented disciplines, pedagogy, engineering psychology); technologies (technical and pedagogical); engineering (technical and pedagogical) and mathematics. As a result, STEM education is based on a scientifically sound combination of scientific advances, the latest technologies, engineering and mathematics. Based on this, we formed a method of integrated learning of certain areas in conjunction with specific physical and technical knowledge: fundamental end-to-end generating concepts, phenomena and processes.

The set of theoretical provisions that explain the essence of integration in higher education is characterized by the general concept of "integrative approach". As a result of integration, previously independent elements are combined and synthesized into a holistic system based on the establishment of functional relationships, mutual transition and complementarity, management, convergence of theories of teaching and education, integration in education systems and its content. The main methods of integration are unification, universalization, categorical synthesis, extrapolation, generalization, modeling, systematization.

Integration in the first approximation implies a better vision and greater success in solving problems. It is a complex process of application of special concepts, mechanisms and examinations, which are not reduced to the components of certain professionally oriented disciplines (system principle) due to the introduction of STEM-education technologies.

However in the study we drew attention to the following:

- conceptual incompatibility of disciplines;
- integration is not always the goal of interdisciplinary research in terms of achieving intellectual synthesis in a particular area of STEM education;
- the idea of integration does not take into account the fact that knowledge created in different conceptual paradigms is incompatible.

Certain pedagogical conditions show that the central problem of effective educational and professional activities is to stimulate students' motivation to learn by means of STEM-education.

Certain pedagogical conditions show that the central problem of effective educational and professional activities is to stimulate students' motivation to learn by means of STEM-education.

It is proved that within the concept of STEM-education the study of physics and higher mathematics in FTA requires a careful semantic and operational correlation between them. The essence of the proposed concept is to position physics and mathematics not as separate disciplines, but as part of a single system of student training, focused on future engineering activities. To implement such training, an integrated set of physical and mathematical disciplines has been created, which has a multidisciplinary focus on engineering and is a systemic element of the adaptive system of teaching students of Technical Universities, aimed at forming competencies in physics of future engineers.

Conclusions. As a result of research the STEM concept of educational in the Shipbuilding University contains the following: 1) profiling of teaching physics, higher mathematics, discrete mathematics, theoretical mechanics on the basis of STEM-education technologies is the basis of engineering disciplines; 2) it is necessary to form the latest

concept of abilities in learning on the basis of STEM-definition; 3) directing the entire educational process to scientific, research and design activities in the context of STEM education; 4) development of teaching methods based on technologies of STEM-education, aimed at transforming the subject of the educational process from passive to active in the technical university; 5) strengthening the differentiation and individualization of the educational process through the development of variable educational programs based on technologies of STEM-education, focused on different categories of students; 6) strengthening of natural-mathematical and engineering components of STEM-education, which can be realized by involving more studies of disciplines of natural and mathematical cycle.

REFERENCES

- [1] William E. Marshall «Guest commentary: A «STEM» in Collier County to reach their future» [Electronic resource]. URL: <http://archive.naplesnews.com/opinion/perspectives/guest-commentary-a-stem-in-collier-county-to-reach-their-future-2392f62e-9c19-2198-e053-0100007f6ee5-341858231.html/> (last access: 11.09.2019).
- [2] [Anna Feldman](#) «STEAM Rising : Why we need to put the arts into STEM education» [Electronic resource]. URL: <https://slate.com/technology/2015/06/steam-vs-stem-why-we-need-to-put-the-arts-into-stem-education.html> (last access: 11.05.2020)
- [3] «Annual Report – Lee Richardson Zoo» [Electronic resource]. URL: <http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF/> (last access: 12.06.2020).
- [4] «[Virginia Tech and Virginia STEAM Academy form strategic partnership to meet critical education needs](#)» [Electronic resource]. URL: <https://vtnews.vt.edu/articles/2012/07/073112-uged-steampartnership.html/> (last access: 13.05.2020).
- [5] Bloom B. S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Hand book I, cognitive domain. New York: Longman, 1994. 99 p.
- [6] FY19 Budget Request: Administration Prioritizes Some STEM Education Programs, Cuts Others [Electronic resource] / American Institute of Physics. Bulletin. Publication date: 13 March 2018. – Access mode : <https://www.aip.org/fyi/2018/fy19-budget-request-administration-prioritizes-some-stem-education-programs-cuts-others> (last access: 4.03.2020).
- [7] Jonathan Gerlach «STEM: Defying a Simple Definition» [Electronic resource]. URL: <http://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=59305/> (last access: 24.09.2016).
- [8] The Norwegian STEM Strategy Lene Oftedal Copenhagen [Electronic resource]. URL: <http://nordicengineers.org/system/files/filedepot/9/Presentation%20Lene%20Norwegian%20STEM%20Strategy.pdf/> (last access: 23.04.2020).
- [9] [Michael Gardner](#). Germany has leading position in tertiary STEM subjects [Electronic resource]. URL: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20170915095958885/> (last access: 15.04.2020).
- [10] Literature Review – STEM Education in France [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/264545202_Literature_Review_-_STEM_Education_in_France/ (last access: 29.09.2019).
- [11] Jonathan Gerlach «STEM: Defying a Simple Definition» [Electronic resource]. URL: <http://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=59305/> (last access: 24.09.2019).

STEM-КОНЦЕПЦІЯ ДЛЯ СУДНОБУДІВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Літвінова Марина Борисівна, Штанько Олександр Дмитрович

Анотація: У роботі розглядаються компоненти концепції STEM-освіти та їх впровадження у практику навчального процесу в суднобудівному університеті. Обґрунтовано, що підвищення якості навчання для STEM-дисциплін базується на інноваційних методах навчання, до яких належать сучасні STEM-технології, що значно підвищує продуктивність професійно спрямованої діяльності студентів.

Ключові слова: STEM-освіта, технічний університет, концепція

УДК 167.7

ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ СУСПІЛЬСТВА

Недорода В.М., аспірант кафедри екологічної та техногенної безпеки, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф.

філософії та культурології, Ступак О.П., ст.викл.каф. філософії та культурології

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

nedorodavlad@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Анотація. Технічний прогрес має дві протилежні іпостасі наслідків в картині сьогодення й майбутнього людства. І тільки від колективного людського розуму, від продуманості і злагодженості дій урядів, освітніх і громадських організацій усього світу залежить, який результат технічного прогресу побачать нащадки. В роботі розглянуті глобальні проблеми як соціально-економічне явище, їх масштабність розповсюдження та складність зусиль, спрямованих на їх подолання.

Ключові слова: глобалізація, екологія, глобальні проблеми сучасності.

Зіткнення з «глобальними проблемами» є одним з наслідків процесу глобалізації та загального, різностороннього розвитку людства. Загальнолюдські проблеми, будучи результатом протиріч суспільного розвитку, не виникли раптово і тільки сьогодні. Деякі з них, як, наприклад, проблеми війни і миру, здоров'я, - існували і раніше, були актуальні в усі часи. Інші глобальні проблеми, як, наприклад, екологічні, з'являються пізніше в зв'язку з інтенсивним впливом суспільства на природне середовище.

До глобальних проблем сучасності сьогодні відносяться: - екологічна криза (включаючи проблему глобального потепління); - проблеми виснаження ресурсів (включаючи брак прісної води і продовольства); - демографічна криза (включаючи проблему перенаселення планети, проблему міграції); - боротьба з бідністю (включаючи боротьбу з голодом і хворобами); - відвернення термоядерної війни (включаючи загрозу глобальної екологічної катастрофи); - загроза світового тероризму; - проблеми генної інженерії та біоетики, а наразі - біозагрози у вигляді вірусів, які спричиняють пандемії.

Наведений перелік показує, що всі глобальні проблеми, що стоять перед людством, за своєю суттю взаємопов'язані і можуть бути вирішені тільки в комплексі.

Всі вони взаємопов'язані і накладаються одна на одну, пронизуючи увесь планетарний соціальний організм. Серед глобальних проблем особливо виділяється небезпека глобальної екологічної катастрофи, що поставила людство перед необхідністю виробити програми виживання. Це обумовлено тим, що рішення екологічної проблеми в певному сенсі є необхідною умовою вирішення всіх інших.

Людство в своєму прагненні до все більшого комфорту трансформувало потребу від необхідності до корисності, від корисності до бажання, від бажання до примхи, престижу та т. ін., тобто перевела потребу з об'єктивної категорії в суб'єктивну. [5]

Оскільки глобальні проблеми перебувають у складному взаємозв'язку і взаємозалежності, - це означає, що рішення однієї якоїсь проблеми, передбачає врахування впливу на неї комплексу інших проблем. Завдання філософської думки, науки, помічати нові глобальні проблеми і виробляти відповідну політику їх вирішення, не відстаючи, а випереджаючи тенденції розвитку сьогоденного світу, бо, як казав Томас Манн, ідеї сьогодні - це дії завтра.

Разом з тим, розвиток сучасного світу настійно вимагає не тільки пильної уваги до глобальних проблем, їх вивчення і обговорення світовою спільнотою, а й своєчасного практичного вирішення. Необхідний комплексний аналіз цих проблем всією системою наукового знання. Це пов'язано з тим, що глобальна проблематика вимагає одночасного розгляду в біосфері, техносфері і соціосфері, причому на різних рівнях її аналізу і рішення в кожній з названих сфер.

Загальні підходи в аналізі та вирішенні глобальних проблем аж ніяк не виключають відмінність варіантів конкретних шляхів і способів їх вирішення. Потрібно точно знати, що суспільству заборонено природою, що може порушити стабільність природного світу, руйнувати умови, при яких люди впевнено можуть жити і будувати свою цивілізацію. Треба зрозуміти, якою має бути ця цивілізація - реальність, що відповідає зростаючим потребам людини і обмежених можливостей природи.[2]

Також важливо відмітити соціокультурні та інтерсоціальні зміни. У сучасному світі, в процесі інтенсивного формування світових ідеологій, міжнародних організацій, транснаціональних корпорацій, масових комунікацій та мережі Інтернет розширюються повсякденні взаємодії, збільшується доступ до створених в різні епохи предметів мистецтва, образам життя, технологіями. Це призводить до порушення звичної стабільності

повсякденному житті, до вироблення загально-утилітарних поведінкових моделей, що змінили механізми «соціального наслідування минулого» і усталених форм соціальних зв'язків.

У сучасному світі ціннісно-смысловому мисленню протиставлено технологічне та інформаційне, де гонитва за новою інформацією та знаннями для забезпечення нею позбавляє індивіда смислової спрямованості. Коли надходить нова інформація, людина не встигає, та в цьому вже немає необхідності, проаналізувати і зберегти отримані і вже використані знання - вона націлена на пізнання нового, майбутнього, так стрімко насувається потоку інформації, що в результаті він позбавляє суб'єкта минулого, роблячи основним часом сучасності час теперішній.

Заперечення минулого руйнує основи культурного і соціокультурного процесів, не дає можливості будувати плани на майбутнє через хаотичності і нестійкості його складових, тому людина свідомо намагається піти від будь-якого прогнозування, відгороджуючись інтересами тільки існуючого «сьогодні».[1; 4]

Виокремлюючи певні шляхи подолання глобальних проблем людства, варто зупинитися саме на екологічній сфері, адже попри важливість вирішення інших, збереження екології є першочерговим. Як вказувалося, наразі нагально актуальним є питання про роль і місце людини в системі природних взаємин і, в підсумку, про шляхи еволюції природи і людини, еволюції суспільства. Поле, на якому розгорталися всі ці події, була, звичайно, свідомість людини, так як всі сторони ставлення до природи і взаємодії з нею були свідомо зроблені людиною на основі досвіду попередніх поколінь і власного розуміння, які формують по ходу подій план поведінки.

Екологічна свідомість - найважливіший компонент екологічної культури, який об'єднує всі види і результати матеріальної і духовної діяльності людей, спрямований на досягнення оптимальної взаємодії суспільства і природи, на екологізацію матеріального і духовного життя суспільства. Слід зазначити, що цей атрибут суспільства є ціннісно-нейтральним. Таким чином, екологічну свідомість можна назвати «позитивним» виявом екологічної культури, який зазвичай намагаються вимірювати у континуумі «високий - низький» рівень. [3]

Наразі наявний низький рівень екологічної свідомості, зокрема, в нашій країні, який пояснюється наступними чинниками. По - перше, це низька громадянська активність українців. Це характерна особливість суспільств усіх пострадянських країн, що підтверджується соціологічними дослідженнями. Друга причина, зумовлена економічним станом нашої країни, що визначив пріоритетність стурбованості нашим населенням скоріше матеріальним забезпеченням своїх сімей, їх безпеки, а не екологічного стану довкілля. По-третє, слід сказати про недостатню розвиненість екологічного руху в нашій країні, і його зв'язків із суспільством.

Всю попередню історію можна розглядати в екологічному сенсі як процес накопичення тих змін в науці, техніці і в стані навколишнього середовища, які, врешті-решт, переросли в сучасну екологічну кризу. Екологічна проблема поставила людство перед вибором подальшого шляху розвитку: чи бути йому, як і раніше, орієнтованим на безмежне зростання виробництва або це зростання має бути узгоджений з реальними можливостями природного середовища і людського організму, сумірний не тільки з найближчими, а й з віддаленими цілями соціального розвитку.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Йонас, Г. (2001). *Принцип відповідальності. У пошуках етики для технологічної цивілізації*. Київ: Лібра.
- [2] Кисельов, М.М., & Гардашук, Т.В., & Зарубицький К.Є. (2005). *Екологічні виміри глобалізації: Монографія*. Київ: ПАРАПАН.
- [3] Мочерний, С.В. (2010). *Глобальні проблеми людства*. Київ: Академія.
- [4] [Хесле, В.](#) (1992). *Філософія і екологія*. Москва: Ками.
- [5] Чумаков, А.Н., (2005). *Глобализация. Контуры целостного мира: Монография*. – Москва: ТК Велби.

Nedoroda V., Patlaichuk O., Stupak O.

Philosophical analysis of global problems of society

Text of the annotation. *Technological progress has two opposite types of consequences on the reality of the present and the future of mankind. And it is only from the cooperative efforts, from the thoughtfulness and coherence of the actions of governments, educational and public organizations around the world, what the result of technological progress will be seen by posterity. This work considers global problems as a socio-economical phenomenon, their scale of distribution and the complexity of efforts to overcome them.*

Keywords: globalization, ecology, global problems

УДК 167.7

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЇ ТА СТАНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА

Пасюк Б.Б., аспірант кафедри «Програмне забезпечення автоматизованих систем», Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст.викл.каф. філософії та культурології

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

bwolverine44@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Анотація. Робота спрямована на дослідження визначення понять «інформація» та «інформаційне суспільство» філософами-основоположниками та постмодерністами, описуються проблеми становлення та закономірності розвитку. Осмислюються виклики перед сучасним суспільством та їх наслідки.

Ключові слова: інформація, інформаційне суспільство, виклики.

Вступ. Усе частіше об'єктами наукових досліджень стають інформаційні технології, інформаційне суспільство, інформаційна безпека тощо. Глибоке проникнення інформаційних технологій у всі сфери життя і діяльності людини є основною рушійною силою сучасних соціальних трансформацій. Важливо, що характер інформаційного впливу нині змінюється у зв'язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій та самого суспільства. [1]

Основні тези. Протягом останніх 50—60 років відбувається активний дискурс щодо характеристик сучасного суспільного устрою та його переорієнтацією від матеріальних носіїв до інформаційних пріоритетів та домінанти знань у побудові соціальної інфраструктури. Розгляд проблеми інформаційного суспільства започатковано працями Д.Белла, О.Тоффлера, Й.Масуді, Д.Лайона. Про динаміку цивілізації, роль інформації в житті суспільства розглядали у своїх працях М.Вебер, Х.Ортега-і-Гассет, А.Тойнбі, О.Шпенглер, М.Хайдеггер, К.Ясперс. Питання інформаційних відносин в умовах постіндустріального суспільства як об'єкта наукового аналізу висвітлені в роботах таких зарубіжних авторів, як Ф.Фукуяма, Ю.Габермас, Д.Тапскотт та ін. Соціально-філософському аналізу інформаційних технологій як домінанті сучасного суспільного розвитку присвячені роботи М.Кастельса. Розуміння впливу інформаційних технологій на соціум на основі синергетичних уявлень виклали в працях І.Пригожин, Г.Хакен, Д.Чернавський, С.Курдюмов. Вплив інформаційних процесів на суспільний розвиток та взаємодію "індивід – суспільство" досліджують Р.Абдеев, С.Джура, В.Лях та ін. Однак не всі питання, пов'язані з виокремленням і розглядом філософських проблем інформаційного суспільства, достатньо досліджені.

Темпи розвитку інформаційних технологій, на думку прихильників відомих концепцій, переводять постіндустріальне суспільство в новий якісний стан або стадію інформаційного суспільства. Наприклад, аналізуючи період 1940/70-х рр. Й. Масуда зазначає, що зміна поколінь комп'ютерної техніки і перехід від одного технологічного рішення до іншого, більш досконалого, відбувається з дедалі більшою швидкістю. Швидкість розгортання інформаційної революції нині вже досягає від трьох до шести разів вище темпів розвитку технологій використання. [2-3]

Під інформаційним суспільством, згідно Й.Масуді та М.Кастельса, розуміється таке суспільство, де процес комп'ютеризації дасть людям доступ до надійних джерел інформації, позбавить від рутинної роботи, забезпечить високий рівень автоматизації виробництва. Характерною особливістю такого суспільства є збільшення можливостей доступу до інформації для все більш широкого кола людей, а також формування і зростаюче поширення мережевих організаційних і комунікаційних структур. Саме поширення мережевих структур дає в даний час істотний вплив на процес соціалізації індивіда. Поряд з безпосереднім міжособистісним спілкуванням поширюється спілкування, опосередковане інформаційно-комунікаційними технологіями, наслідком чого стає значне зростання горизонтальних зв'язків між людьми, що ніколи не зустрічалися в фізичному просторі, але активно взаємодіють в просторі віртуальному. Мережевий принцип соціальної організації не виключає ієрархічного, в даний час вони існують паралельно, в деякому сенсі конкуруючи один з одним. Цей процес має тенденцію до постійного прискорення. [4]

Інформаційна революція дуже швидко змінює світ, надаючи людству принципово нові рішення і можливості у всіх сферах його життєдіяльності. Але разом з очевидними благами, які вона вже дала людям, і ще більшими очікуваними в майбутньому, інформаційна революція несе з собою і абсолютно нові проблеми. Серед них - цифрова нерівність країн і регіонів, проблема правового регулювання мережі Інтернет, електронної комерції та оподаткування в цій області, питання інтелектуальної власності, проблема забезпечення безпеки та конфіденційності інформації, можливість психологічного впливу на індивідуальну і суспільну свідомість з метою нав'язування свого бачення характеристик супротивника, його образу, використовуючи сучасні інформаційно-

комунікаційні технології. Успішність їх вирішення залишається одним з основних факторів, що впливають на розвиток глобального інформаційного суспільства.

В інформаційному суспільстві структура творчих продуктивних сил людини актуалізується в формі людських інформаційних ресурсів (інформаційних потреб і здібностей). В інформаційному суспільстві людина являє собою багатогранну людську особистість як вирішальний творчий фактор і головний інформаційний ресурс суспільства. У сучасній соціально-економічній системі нового типу, що має надзвичайно складну структурно-функціональну організацію, людина виконує різноманітні функції, грає різноманітні громадські ролі. [5]

Істотний вплив на особистість в сучасному суспільстві надає так зване «інформаційне перевантаження», яка визначається Дж. Голом як «стан розгубленості і інертності, яке виникає у тих, хто шукає інформацію, коли вони знаходять все, крім безпосередньо потрібних матеріалів». Технічними передумовами інформаційного перевантаження стала поява комп'ютерних мереж з пристроями, що мають велику місткість, що й призвело до значного зростання кількості веб-ресурсів та інформаційних матеріалів. Як причину інформаційного перевантаження також називають розпад традиційної корпоративної ієрархії, зміну організаційної структури і робочого процесу сучасних компаній, що призводять до дублювання інформації; і складну професійну діяльність в інноваційній сфері, яка передбачає аналіз великих інформаційних масивів. Наслідком інформаційного перевантаження може стати зниження сприйняття навколишніх відомостей. Незважаючи на збільшення обсягу інформації, вона все рідше переходить на рівень знань, основні зусилля людина витрачає на те, щоб «відфільтрувати» непотрібну або низькоякісну інформацію, на аналіз, осмислення і запам'ятовування значимої інформації у неї залишається все менше часу і сил. Виникає своєрідний інформаційний парадокс, що полягає в зниженні загального рівня інформованості особистості внаслідок прогресу в сфері виробництва інформації. [6]

Істотною стороною широко обговорюваного у вітчизняній і зарубіжній літературі процесу глобалізації світового розвитку є виникнення все більш виразних контурів глобального інформаційного суспільства. Термін «глобальне інформаційне суспільство» досить широкий і включає в себе, перш за все, глобальну уніфіковану інформаційну індустрію, що розвивається на тлі безперервно зростаючої ролі інформації і знань в політичному, економічному, соціально-культурному контексті. Він відображає той факт, що в умовах глобалізації світового розвитку одним з основних стратегічних ресурсів стають інформація і знання, що представляють собою інтелектуальний капітал, тому першорядне в даний час значення набувають організації, що займаються їх розповсюдженням. Поряд з ринками традиційних природних ресурсів постійно зростає значення набуває ринок інформації і знань.

В рамках інформаційної парадигми логічно поставити питання про існування в людському суспільстві інтегральних інформаційних ефектів (соціальних, економічних, етнокультурних і ін.), які починають проявлятися з найбільшою повнотою на інформаційній стадії суспільно-історичного розвитку.

Для аналізу закономірностей становлення і розвитку інформаційного суспільства першорядну роль покликана грати нова інтегральна методологія наукового дослідження, основу якого становить універсальний метод інформаційного змістовного аналізу. Використання специфічного інструментарію змістовного інформаційного аналізу дозволить виявити закономірності та особливості сучасного етапу соціально-економічного розвитку та розробити цілісну концепцію трансформації сучасних суспільних систем з урахуванням реально відбуваються і поступово набирають силу глобальних процесів еволюційної трансформації світового господарства в нову високоорганізовану суспільну систему інформаційного типу. [7]

Ступінь інформаційної актуалізації (застосування) наукових знань, накопичених за весь час існування людської цивілізації, обумовлена інформаційними потребами суспільства і здатністю людей здійснювати високоефективну інформаційну діяльність. Тому відтворення (виховання, освіта, навчання) людей з розвиненими інформаційними потребами і розвинутою здатністю інформаційної актуалізації є не тільки головним і вирішальним фактором науково-технічного та суспільного прогресу, а й головною метою розвитку людської цивілізації як такої. [8]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Мельник В.П., Рижак Л.В. (2017) Технонаука: Людина відповідає за майбутнє. *Наукові праці. Філософія, №288*.
- [2] Чугунов А.В. (2000) *Теоретические основы концепции "Информационного общества": Научно-методическое пособие по курсу "Интернет и политика"*. Кафедра политологии философского ф-та СПбГУ.
- [3] Інформаційне суспільство. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційне_суспільство
- [4] Левченко Л.Л., Яроцький Л.В. (2007). *Філософські основи інформації*. Житомир: Полісся.

- [5] Соболев О. (2008) Становлення медіально-мережевої парадигми. *Філософська думка*, №5, 3 с.
- [6] Лисак І.В., Максимов А.В. (2015). Індивідуальність в інформаційному суспільстві: Проблеми і перспективи дослідження. *Сучасні проблеми науки і освіти*. №3.
- [7] Гончаров В.Н., Єрохин А.М., Колосова О.Ю., Лаврушина Е.Г., Леонова Н.А., Тютюнников Н.Н. (2014) *Информационное общество: Проблемы становления и закономерности развития: Монография*. Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества.
- [8] Кастельс М., (1999) Становление общества сетевых структур. Иноземцев В.Л. (Ред.), *Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология*. (с.494-505). Москва: Мысль.

Pasiuk, B., Patlaichuk O., Stupak O.

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND FORMATION OF THE INFORMATION SOCIETY

Text of the annotation. The work is aimed at studying the definition of the founders and postmodernists of the philosophy of the definition of "information" and "information society", describes the problems of formation and patterns of development. Problems of modern society and their consequences are also considered in this article.

Keywords: information, information society, challenges

УДК 167.7

ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ. ДІЮЧА ЗАГРОЗА ЧИ ПЕРСПЕКТИВА?

Стаканов Д.К., аспірант кафедри екологічної та техногенної безпеки, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст.викл.каф. філософії та культурології
Національний університет кораблебудування імені адмірала. Макарова
Україна, Миколаїв
onspeed13.new@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовано поняття "віртуальної реальності" та його становлення і розвиток на шляху розвитку людства. Розглянуто філософські проблеми взаємодії віртуальної реальності із людиною. Визначено ряд проблем, що походять із віртуалізації суспільства та способів дослідження віртуальної реальності. Окреслено можливі перспективи і загрози пов'язані з розповсюдженням впливу віртуальної реальності.

Ключові слова: (віртуальна реальність, віртуалізація суспільства, соціальне маніпулювання, інтернет залежність.

На сучасному етапі розвитку людства поняття віртуальності набуває більш широкого значення. "Ми можемо почути про віртуальну реальність і віртуальну психологію, таку ж філософію та літературу, віртуальну політику та бізнес, віртуальні вибори, смерті і похорони, зображення і образи, про віртуальних частки і віртуальні війни і навіть про складні матерії як Вища Віртуальна магія, яка застосовується, як свідчать деякі газетні оголошення нині практикуючими магами" [10, с.7]. Причиною цього є шлях розвитку людства, завдяки якому розвивається інформаційний простір. Вплив технологій на суспільство додає все більше віртуального характеру у стосунки між людьми. На сьогоднішній день розвиток віртуальної реальності відбувається у двох основних взаємопов'язаних напрямках: збільшення впливу віртуальності на світ реальний і віртуалізація самої реальності, які проявляються у набутті віртуального статусу всіма сферами світу людини й соціокультурної реальності. Віртуальна реальність набуває рис «інформаційного двійника» реальності об'єктивної. Під впливом віртуального спілкування змінюється свідомість особистості, формується новий мережевий образ мислення й існування. Ці зміни суттєво впливають не тільки на окрему особистість, а й на суспільство в цілому. А тому дуже важливо вивчати особливості впливу віртуальної реальності, адже саме від цього усебічно залежить буде вона значною проблемою на шляху людства, або можливо з її допомогою ми отримаємо перспективи для покращення нашого життя.

Наприкінці ХХ сторіччя із розповсюдженням мережі та комп'ютерів, віртуальність набула нових імпульсів. Словосполучення "віртуальна реальність" було введено наприкінці 70-х років ХХ сторіччя Дж. Ланье для визначення трьохвимірних моделей реальності. Проте, спроби осмислення віртуальності були і задовго до нього.

Універсальний трикомпонентний механізм віртуальної реальності - зустрічається в працях Платона, що представлений в наступній формі: реальність повсякденної навколишньої дійсності - не звичайна, а об'єктивно

віртуальна (хоча саме слово віртуальність - ще не було винайдено, але суть поглядів Платона - говорить саме про це), За Платоном наш світ = світ речей, як копій ідей, тобто наша повсякденна дійсність, що є реальністю об'єктивною віртуальною [11].

У роботах Аристотеля зустрічається ідея віртуального, вона розкрита через використання понять "dynamis", "energeia", "entelecheia". "Dynamis" – початок руху або зміни речі, що знаходиться в іншому або в ній самій, оскільки вона інше [1, с. 111]. "Energeia", що пов'язується з "entelecheia", перейшло і на інше більше всього від рухів: адже за діяльність найчастіше беруть рух [1, с. 197]. "Entelecheia" – дійсність, здійсненість.

Саме поняття "віртуальної реальності" з'явилося задовго до винаходу комп'ютера, воно формувалося впродовж багатьох століть. Термін "віртуальний", що походить від латинського слова *virtus* (потенційний, можливий, енергія, уявний) у контексті бойової сили та доблесті розглядався вже у роботах Цицерона, Сенеки, Августина Блаженного, Г. Сен-Вікторського, Д. Бонавентура та М. Монтеня [6, с. 87]. У роботі Цицерона "Про природу богів" [7] віртуальна реальність виступала у значенні "чеснота". Вже в висхідному трактуванні акцент робиться на певні зміни в психіці людини з огляду на зіткнення її з чимось незвичайним, екстраординарним. Тобто, долучитися до віртуальності - означає вийти за межі буденності, змінити свою свідомість, миттєво актуалізувати, виплеснути свої латентні можливості, поглянути на світ інакше [5, с. 7].

Фома Аквінський використовує поняття *virtualis* у формулі «одне віртуально міститься в іншому», і, можливо, реально виходить за межі іншого [6, с. 88]. А. Бергсон у своїй праці «Матерія и пам'ять» поєднує із схоластичним визначенням традиції французької мови, у результаті чого з'являється критерій тілесності, який покладений в основу різниці актуального і віртуального.

З методологічної точки зору існує два основних напрямки опису віртуальної реальності, що доповнюють один одного: одні вчені досліджують сутність віртуальної реальності через виявлення її властивостей і характерних ознак, інші йдуть шляхом класифікації варіантів цього феномена.

У широкому сенсі віртуальна реальність трактується як будь-яка створювана реальність, відмінна від об'єктивної. У більш вузькому «технічному» трактуванні віртуальна реальність пояснюється в контексті інформаційних і комп'ютерних технологій і зв'язується з поняттям «кібернетичний простір». Також існує лінія розгляду, в якій віртуальна реальність зв'язується зі зміною стану свідомості (фантазія, сон, вигадка, міф, наркотичне чи алкогольне сп'яніння та інше).

Розповсюдження віртуальної реальності обумовлено не тільки практичними потребами: у сфері освіти, комунікації, методології вирішення нових задач і іншими, а і новими можливостями, що відкриваються у сфері культури і дозвілля. Віртуальні реальності створюють нові світи і переживання, стають актуальними ідеї мандрівок, але вже у інших реальностях – віртуальних.

Інтернет породжує величезну кількість можливостей для реалізації ідентичності людини та розширення можливостей шляхів творчої активності. Перебування у віртуальному просторі дає перспективи для ігор з ідентифікацією, дозволяючи формувати власну віртуальну особистість або ж запозичувати її у формі різних аватарів.

З одного боку віртуальна реальність має відношення до політичної та економічної підсистем суспільства, у цьому контексті варто розглядати такі явища, як електронний уряд та електронна комерція [12]. Стрімке зростання електронних засобів для керування державою, та фінансових операцій створює умови для віртуалізації всіх сфер.

З іншого боку віртуальна реальність має значний вплив і на соціальну сферу, навіть формує і змінює її. Віртуальна реальність має потужний зворотній зв'язок, тобто інтерактивність, що є однією з її найголовніших властивостей [4, с. 210]. Людина яка отримує інформацію перетворюється і на її співтворця. Цим реалізуються постструктуралістські постулати – про «смерть автора» як фіксовану і догматичну фігуру в тексті, про рівноправність інтерпретації та оригіналу. Відбувається ліквідація культурних ієрархій, а естетичні об'єкти втрачають цілісність, стають відкритими для втручання та тлумачення. Знімаються традиційні просторові й часові орієнтири: будь-який візуально-звуковий образ, будь-яка інформація переноситься миттєво, в будь-яку точку мережі.

Зрозуміло, що віртуальний простір, з одного боку, допомагає людині пристосовуватися до нових умов у роботі, освіті, формує навик взаємодії з новітніми технологіями. Але водночас перебування у віртуальному просторі часто викликане певними проблемами в реальному житті і виконує компенсаторну функцію. Пов'язано це з тим, що людина часто не в змозі реалізувати різні аспекти "Я" [9, с. 36]. Зрештою, одним з негативних наслідків є залежність від Інтернету. Інтернет-залежність породжує ненаситність – прагнення постійно накопичувати віртуальний ресурс. Юзер втрачає відчуття міри, він безпрецедентно, з неприродною жадібністю накопичує віртуальні речі, вбачаючи у них певні віртуальні цінності [2, с. 177].

Також однією з небезпек інтернет-середовища є загроза контролю над особистістю, яка в крайніх формах може перерости в електронний тоталітаризм. Віртуальні реальності втягують людину у нові форми існування, і в певній мірі можуть формувати його. Також вони можуть створити і нові форми соціального контролю. Неможливо заперечити, що за бажанням віртуальні імітаційні реальності можна використати в цілях маніпуляції свідомістю віртуального користувача.

Віртуальна реальність не є екзотичною іграшкою для створення нових світів. Це серйозний феномен, який може вплинути на основи існуючих філософських концепцій. "Так, політик може представити віртуальному свідку потрібного кандидата в президенти, психолог з антигуманістичними орієнтаціями занурювати користувача у стан, фруструючий його психіку, езотерики можуть представити своїм adeptам справжній світ..." [8, с. 60].

Соціально-філософські теорії в ситуації сучасної мультипарадигмальності не так «відображають» соціальну дійсність, скільки її конструюють, оскільки людина завжди «апріорно» виходить з категорій власного розуміння дійсності і саме в межах цього розуміння здійснюється тлумачення реального світу. У вивченні багатовимірного світу одним з провідних є принцип додатковості, згідно з яким існує зв'язок між альтернативними описами одного і того ж складного об'єкта, яким і є суспільство. Кожне з визначень не охоплює всієї повноти сутнісних характеристик об'єкта як цілого, але доповнює інші, що дозволяє об'єднати альтернативні теоретичні моделі для охоплення всієї багатовимірної реальності. Постнекласичної парадигма орієнтована на ідею Альфреда Норта Уайтхеда: все, що може бути, є буття; все, що здійснилося, є дійсність; реальністю є погляд на дійсність [3].

Пізнання принципово базується на поліваріантності інтерпретації дійсності, що унеможливорює її монологічне бачення. Кожен з підходів, які претендують на єдино правильне бачення соціальної дійсності, виступаючи єдиною альтернативою всім іншим підходам, що є деякою віртуальністю, тобто одним з можливих способів пояснення соціального світу.

Отже, наразі віртуальна реальність має багато тлумачень, що формувалися впродовж історії, але стрімкий розвиток і зростаюча увага з'явилися вже з формуванням інформаційного суспільства та розвитком комунікаційних технологій. З одного боку віртуальна реальність виступає як перспектива та можливість. Загрозою може бути і те, що віртуальна реальність хоча і має велику кількість тлумачень, думок та пояснень, але вона не є вивченою повністю, особливо в аспекті її впливу на людину та соціум. А так як кожна нова віртуальна реальність може бути більш складною або повністю новою, та при цьому впливати на деякі фундаментальні основи нашого світогляду це може створити реальні загрози для людського буття. Це також створює проблеми під час її вивчення, а саме суб'єкт-об'єктна гносеологічна проблема. Як людина створює та змінює віртуальну реальність, так і віртуальна реальність може впливати на людину під час дослідження. Через це важко говорити про істинність отриманих результатів. А тому розглядати віртуальну реальність як перспективу ми можемо лише за умови створення методів її вивчення, що будуть враховувати її проблематику і взаємозв'язки із людиною.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Асмус, В.Ф. (Ред.). (1975). *Аристотель. Метафизика* (Т. 1-4). Москва: Мысль.
- [2] Барановська, У.С. (2014). Плюралізм виявів віртуалізації життя сучасної людини. *Серія «Філософія»*, 30, 173-181.
- [3] Бачинин, В.А. (2002). *История западной социологии: учебник*. Санкт-Петербург: Лань.
- [4] Власенко, Ф.П. (2014). Віртуальна реальність як простір соціалізації індивіда. *Гуманітарний вісник ЗДІА*, 56, 208-217.
- [5] Кирик, Т.А. (2007). *Виртуальная реальность и её онтологические прототипы*. Курган: Курганский государственный университет.
- [6] Кликушина, Н.Ю. (2009). Понятие виртуальной реальности в курсе истории и философии науки. *Эпистемология & Философия науки*, 4, 86-103.
- [7] Майоров, Г.Г. (Ред.). (1985). *Марк Туллий Цицерон. О природе богов*. Москва: Наука.
- [8] Носов, Н.А. (1997). *Виртуальная реальность. Философские и психологические проблемы*. Москва: Российская академия наук.
- [9] Онищук, О.В. (2014). Сучасна людина у просторі віртуальної реальності: особливості соціокультурної трансформації. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*, 780, 34-39.
- [10] Таратута, Е.Е. (2007). *Философия виртуальной реальности*. Санкт-Петербург: Апории.
- [11] Федосеев, П.Н., Соколов, В.В., Жучков, В.А., Володин, А.И., Гайдено, П.П., Гулыга, А.В., Керимов, Д.А. Киссель, М.А., Лапин, Н.И., Литвинова, Л.В., Майоров, Г.А., Нарский, И.С., Ойзерман, Т.И., Пустарнаков, В.Ф.,

Степанянц, М.Т., Субботин, А.Л., Чертихин, В.Е. (Ред.). (1990). *Платон. Собрание сочинений в 4-х томах.* (Т. 1-4). Москва: Мысль

[3] Чайка, І.Ю., (2010). Віртуальна реальність та віртуалізація реальності. *Схід*, 3, 101-104.

Stakanov D., Patlaichuk O., Stupak O.

VIRTUAL REALITY. CURRENT THREAT OR PROSPECT?

Text of the annotation. *The concept of "virtual reality" and its formation on the path of human development is analyzed. Philosophical problems of interaction of virtual reality with the person are considered. A number of problems arising from the virtualization of society and methods of its study have been identified. Possible prospects and threats related to the spread of the influence of virtual reality are identified.*

Keywords: *virtual reality, virtualization of society, social manipulation, internet dependence.*

УДК 378

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АНДРОГОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ

Тубальцева Н.П., к.е.н., доцент,

natalia.tubaltseva@nuos.edu.ua

ORCID ORG: 0000-0003-0065-8577

Тубальцев А.М., доцент

anatoliy.tudaltsev@nuos.edu.ua

ORCID ORG 0000-0002-5453-8388

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

Анотація. *Робота присвячена розвитку андрогогічної освіти в Україні. Приведено функції, які виконує освіта дорослих на сучасному етапі розвитку. Виявлені загальні та національні особливості, які впливають на функціонування андрагогіки в умовах невизначеності. Показано ключові принципи, на основі яких планується розвивати освіту дорослих в європейських країнах.*

Ключові слова: *андрагогіка, освіта дорослих, особливості.*

Вступ. Ринковий напрям розвитку української економіки приводить до зміни галузевої структури господарства, в результаті чого зникають одні професії і з'являються інші, що викликає необхідність додаткового перенавчання дорослих. Внаслідок існуючого в Україні безробіття не тільки кваліфіковані робітники сьогодні втрачають роботу за економічних обставин, а й молодь з вищою освітою лишається безробітною [1, с.5]. Старіння українського працездатного населення потребує соціальної адаптації до швидких змін в навколишньому інформаційному соціумі через різноманітні методики освіти дорослих. Існує необхідність прослідити особливості розвитку освіти дорослих у взаємозв'язку з формуванням ринкових відносин та розвитком продуктивних сил українського суспільства.

Мета статті. Дослідження особливостей розвитку андрогогічної освіти в Україні в сучасних умовах.

Основна частина. Посилена увага до додаткової освіти дорослих зв'язана з розвитком машинного виробництва у XIX столітті, але гіпотезу про безперервне навчання «всіх всьому» вперше запропонував чеський мислитель і педагог Я.А. Коменський (1592-1670рр.). Освіта дорослих в XIX столітті виконувала професійні (готувала селян до професійної діяльності на великих промислових підприємствах) та компенсаторні функції (використовувалися для зняття напруги між вищими верствами суспільства і величезною масою неосвіченого населення). Форми організації освіти були найрізноманітнішими: союзи робітників, робочі гуртки, вечірні та тижневі школи, загальнодоступні університетські курси, товариства освіти робітників.

Бурхливий розвиток нових галузей у другій половині XX ст. (органічна хімія, атомна енергетика, автомобілебудування, освоєння космосу), виявив, що існуюча професійна освіта працівників при всій своїй цінності не задовольняла потребам виробництва. Чітко позначився зростаючий розрив між кваліфікацією працівників і потребами ринку. Дослідження еволюції освіти дорослих в Європі С.Г. Вершловського, І.А. Колесникова та інших вчених показали, що вона в цей період мала переважно професійну спрямованість і обмежувалася рамками формальних освітніх інститутів. Для покращення такого становища в освіті дорослих спостерігається зміна спрямованості на подолання відосібленості галузей знань, забезпечення системності і

міждисциплінарності. Глобальна комп'ютеризація та Інтернет, стрімкий розвиток телекомунікацій, робототехніки, біотехнологій також посилили інтерес до знань, до отримання іншої спеціальності і другої освіти.

Нові види робіт, які з'являються з розвитком технологій, потребують додаткових знань та вмінь, тому необхідність в продовженні освіти стає особливо актуальною. Якщо раніше освіта дорослих виконувала професійні та компенсаторні функції, то в теперішній час кількість та зміст функцій змінилися. На сьогоднішній день вони такі:

1. Інтелектуальна функція передбачає придбання професійних компетентностей для здійснення інноваційної діяльності та розвитку високотехнологічних галузей.

2. Соціальна функція становить невід'ємну частину соціокультурного розвитку суспільства та людини і сприяє:

- підвищенню толерантності та поваги до інших націй і народностей через засоби культури, соціальні мережі, Інтернет, вивчення іноземних мов, туризм;

- соціальної адаптації: працівників при зміні роду занять або професії; військовослужбовців, звільнених в запас; дорослих, які відбувають покарання в місцях позбавлення волі, через центри зайнятості, центри професійної реабілітації, інститути підвищення кваліфікації, екстернат, вечірні школи;

- психологічній адаптації до швидких змін в навколишньому соціумі та функціональній адаптації представників старшого покоління до технічних новинок і електронних сервісних послуг.

Освіта завжди служила допоміжним механізмом для розвитку суспільства, культури і промислового виробництва, вона відрізняється гнучкістю і здатністю реагувати на виклики часу. Якщо п'ятдесят років тому про освіту дорослих говорили як про додаткові можливості, то тепер вона стає необхідністю в силу ряду причин: прискорення технологічного прогресу, розвиток інноваційної сфери, швидка зміна провідних галузей економіки, і як наслідок – зміна професій, підвищення глобальної взаємозалежності. Все це підвищує вимоги до освітнього рівня працюючих незалежно від віку.

У Глобальному звіті з освіти дорослих, який ґрунтується на 154 національних звітах, підготовлених державами - членами ЮНЕСКО до 6-ї Конференції з освіти дорослих CONFINTEA VI, підкреслюється, що політика в галузі освіти дорослих визначається безліччю факторів - національними соціально-економічними умовами, а також зовнішніми факторами (фінансова криза або вплив регіональних і міжнародних організацій). У документі наголошується, що в 126 країнах розроблена державна політика в сфері освіти дорослих. Однак зміст державної політики в даній сфері в різних країнах істотно відрізняється, лише 56 країн (36%) заявили, що з 1997 р вони почали проводити спеціальну політику в галузі освіти дорослих, половина з цих країн (27) припадає на європейський регіон [2]. Результати дослідження системи освіти дорослих в Хорватії, Туреччині, Росії, Білорусі, Україні, Молдові, Вірменії, Азербайджані, Грузії, Ізраїлі показують, що не у всіх країнах цим питанням приділяється належна увага і фінансування. Це можна пояснити тим, що на національну політику в галузі освіти дорослих впливають як зовнішні, так і внутрішні обставини.

Освіта дорослих в контексті сучасних проблем розвитку цивілізації визначається кількома основними особливостями:

- повсюдне впровадження інформаційних та нано-технологій показують недостатність традиційної дискретної освіти і породжує необхідність в навчанні впродовж життя;

- значні міграційні процеси підвищують необхідність соціальної адаптації мігрантів через засоби освіти дорослих.

В Україні на основі аналізу сучасного соціально-економічного розвитку прогнозується збільшення значущості освіти дорослих в найближчі 10-15 років. Окрім загальних особливостей в нашій країні мають місце додаткові, такі як:

По-перше – складна демографічна ситуація в країні, яка пояснюється перевищенням смертності над народжуваністю. Значна кількість працюючих в Україні – це громадяни у віці 40 років і більше, що говорить про старіння трудових ресурсів країни. Згідно прогнозів Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України, до 2050 року в Україні населення країни буде складати не більше 32 млн жителів, при цьому частка осіб старших 60 років зросте в півтора рази [3, с.7].

По-друге, значна зовнішня трудова міграція. За офіційною статистикою за кордоном працюють 5,7 млн. громадян України, за неофіційною статистикою після спрощення візового режиму кількість працюючих значно збільшилася. В Україні не ведеться облік виїжджаючих на заробітки до країн Євросоюзу на 3 місяці, тому точні дані привести неможливо. Дослідження, проведене Київським міжнародним інститутом соціології на замовлення ZN.ua, показує: 32 % всього чоловічого населення та 27 % жіночого замислюються над виїздом з України [3, с.7].

Тривожним симптомом є той факт, що їдуть за кордон в пошуках роботи молоді перспективні люди. Україна посідає перше місце в п'ятірці країн з найбільшою кількістю мігрантів (12,6%), випереджаючи Мексику, Росію та Індію. Збільшується кількість українських студентів в вищих навчальних закладах Польщі, в 2014 р. їх навчалось 15 тисяч, в 2017 р. вже 60 тисяч. Фахівці Інституту демографії та соціальних досліджень ім. Птухи НАНУ опитали українських студентів, починаючи з другого курсу, і отримали шокуючий результат – 69,8% молодих людей після навчання хочуть виїхати на один – три роки за кордон на стажування. На постійне місце проживання планують виїхати 5,6% молодих фахівців [4, с.80].

По-третє – інтенсивні зміни на ринку праці призводять до вивільнення значної кількості працездатних працівників та зростанню кількості безробітних. Станом на 20 травня 2020 року в Україні кількість безробітних склала 501 тис. Повідомляється прес-службою Державного центру зайнятості, що кількість безробітних в травні 2020 року на 196 тис., або на 64%, більше, ніж на цю ж дату минулого року. Саме зі сферою освіти дорослих безпосередньо пов'язана можливість перенавчання громадян і отримання іншої спеціальності.

По-четверте – розвиток сучасних комп'ютерних технологій не тільки відкриває принципово нові можливості, але створює певні труднощі для людей старшого віку. Недостатнім для успішного працевлаштування й активної участі у суспільному житті є рівень володіння сучасними компетенціями людьми вікової категорії «45+» [3, с.8]. Представники старшого покоління досить часто не можуть користуватися технічними продуктами цивілізації: Інтернетом, сучасним комп'ютером, побутовою технікою, засобами зв'язку, електронною платіжною системою.

По-п'яте, довготривала розробка (розпочато в 2017 р.) та обговорення проекту закону України «Про освіту дорослих». Згідно проекту закону пропонується: післядипломна освіта, професійне навчання працівників, курси перепідготовки та підвищення кваліфікації, безперервний професійний розвиток. Незважаючи на відсутність цілісного законодавчого регулювання системи освіти і навчання дорослих, в нашій країні функціонують окремі її елементи, зокрема: професійне навчання працівників; ваучер для підтримання конкурентоспроможності осіб на ринку праці (завдяки якому підрозділами Державної служби зайнятості видаються ваучери особам віком старше 45 років, страховий стаж яких становить не менш як 15 років, для підтримання їхньої конкурентоспроможності на ринку праці); підготовка, перепідготовка і підвищення кваліфікації безробітних з урахуванням поточної та перспективної потреб ринку праці, що здійснюється Міністерством економіки, торгівлі та сільського господарства та Державною службою зайнятості [3, с.11].

Незважаючи на різне ставлення урядів країн до системи безперервної освіти, в розвинених країнах Євросоюзу розробляються єдині стратегічні концепції та напрямки. Останнім часом впроваджується загальноєвропейська система безперервної освіти «Меморандум безперервної освіти», який визначить стратегію безперервної освіти на особистісному і державному рівні. У проекті меморандуму сформульовані ключові принципи, на основі яких планується розвивати освіту дорослих в сучасних умовах:

1. Нові базові знання та навички. Мається на увазі комп'ютерна грамотність, іноземні мови, технологічна культура, соціальні навички, що дасть змогу адаптуватися до змін, орієнтуватися в потоці інформації.
2. Збільшення інвестицій в людські ресурси. Основна мета - підняти престиж компетентних фахівців як ключового ресурсу економіки.
3. Інноваційні методики викладання та навчання для системи безперервної освіти «впродовж» життя, за допомогою яких учень перестає бути пасивним одержувачем інформації, а вчителі стають посередниками.
4. Нова система оцінки отриманих знань, необхідна для зміни підходів до визнання результатів навчальної діяльності в сфері неформальної освіти.
5. Розвиток наставництва і консультування для забезпечення вільного доступу до інформації на території Європи. Передбачається створення постійної консультативної служби, яка може давати рекомендації у плані освітнього та професійного розвитку.
6. Наближення освіти до місця проживання за допомогою мережі навчальних і консультаційних пунктів, а також інформаційних технологій [1, с.19].

Стрімкі зміни в суспільстві впливають і підвищують значимість як загальної системи освіти, так і системи освіти дорослих. Лісабонською декларацією визначено, що освіта – це ключовий ресурс розвитку. Останні дослідження комісії європейських спільнот підтверджують дієвість програми інвестицій в освіту дорослих. Серед громадських і приватних вигод можна виділити більший рівень зайнятості населення, більш високий рівень продуктивності праці і кращу підготовку кадрів, зменшення витрат за такими позиціями, як виплати по безробіттю, інші соціальні виплати, виплати в разі раннього виходу на пенсію [5, с.12].

Висновки. 1. Актуальність освіти дорослих з кожним роком підвищується. Необхідності становлення і подальшого розвитку освіти дорослих (андрагогіки), як науки сприяла низка причин: розвиток капіталізму і складних технічних засобів виробництва; створення великих підприємств, розвиток високих технологій та

інтелектуальних виробництв та сучасних систем зв'язку, інформатизація, комп'ютеризація багатьох галузей. Все це сприяло розумінню необхідності постійного підвищення рівня освіти та компетентності; використанню дорослою людиною накопиченого значного обсягу знань, що супроводжується осмисленням і навчанням навичкам для практичного застосування.

2. З часу свого становлення і до сьогоднішніх днів функції андрагогіки розширилися і доповнилися новими складовими під впливом соціально-політичних і економічних процесів, що відбуваються в світі. Наука освіти дорослих сьогодні розвивається за напрямками: виявлення механізмів і психологічних закономірностей навчання дорослих; вивчення взаємозв'язку освіти на різних життєвих етапах і процесів соціалізації людини; розширення інформаційних технологій в методиках навчання різних вікових та соціальних груп дорослого населення.

3. В Україні зводиться з прийняттям закону «Про освіту дорослих», що гальмує подальший розвиток андрагогіки. На сьогоднішній день формування загальної концепції освіти дорослих перебуває у стадії наукових розробок, а функціонують тільки її окремі елементи. В той же час Європейською асоціацією освіти дорослих (ЕАЕА) розроблено практичні рекомендації для кожної з обстежених країн, приділено більше уваги тим регіонам, де система освіти дорослих менш розвинена, і особливо країнам, що знаходяться в процесі трансформації.

Список джерел:

- [1]. Сисоєва С.О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навчально-методичний посібник / С.О.Сисоєва; НАПН України, Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих. – К.: ВД «ЕКМО», 2011. – 324 с.
- [2]. Жданов А.В. Некоторые аспекты становления и развития образования взрослых в Европе / А.В. Жданов // Вестник Новгородского государственного университета. – 2012. – № 70. – С.28-30.
- [3]. Колишко Р., Лазаренко О. Аналітичний звіт «Якою має бути політика навчання дорослих в Україні». Електронний ресурс, режим доступу: https://www.civic-synergy.org.ua/wp-content/uploads/2018/04/Navchannya_doroslyh_v_Ukrayini.pdf
- [4]. Рогоза М.Є., Кузьменко О.К. Модернізація економіки України в контексті неоіндустріальних перетворень / Вісник економічної науки України. – 2017. – №1. – С.78-83.
- [5]. Колесникова И.А. Основы андрагогики: учебн. Пособие / И.А. Колесникова, А.Е. Марон, Е.П. Тонконогая. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 240 с.

Tubaltseva N. PhD, Associate professor,

Tubaltsev A. Associate professor.

Features of andragogical education development in Ukraine

Abstract. The work is devoted to the development of andragogical education in Ukraine. The functions that adult education performs at the present stage of development are given. The general and national features that affect the functioning of andragogy at the present stage of development are identified. The key principles on the basis of which it is planned to develop adult education in European countries are shown.

Key words: andragogy, adult education, features.

УДК 167.7

ЕМПІРИЧНЕ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ЗНАННЯ В СУЧАСНІЙ НАУЦІ

Євстигнєєв Ю.В., асп. каф. ТТ і СПУ, Патлайчук О.В., к.ф.н., доц. каф. філософії та культурології, Ступак О.П., ст.викл.каф. філософії та культурології

Національний університет кораблебудування імені адмірала. Макарова

Україна, Миколаїв

evstugneev18@gmail.com, 0000-0002-1448-3360, olga.stupak@nuos.edu.ua

Аннотація. Проаналізовано особливості функціонування емпіричного та теоретичного знання в сучасній науці. Розглянуто специфіку сучасної методології науки її спрямованість на інструментальне знання та орієнтацію на синтез різноманітних форм знання яка виділяє в дослідницькому процесі: емпіричні данні, теоретичні схеми та моделі, засоби та методи їх отримання.

Найважливішою сучасною тенденцією розвитку науки є її гуманізація. Наука виступає в сучасних умовах не тільки як елемент духовного виробництва, а й як феномен людської культури. В умовах модернізації суспільного життя сформувалися нові моменти функціонування і розвитку науки, які породжені розширенням

спектра соціальних функцій науки і безпосередньо обумовлені загальною динамікою сучасних цивілізаційних процесів, найважливішою особливістю яких є глобалізація.

Ключові слова: *емпіричне, теоретичне, методологія..*

Нові тенденції та установки в методологічному дослідженні науки виступають безпосереднім результатом органічного розвитку самого наукового пізнання. Разом з тим цей результат є наслідком дії багатьох причин, які настали у зв'язку з модернізацією суспільного життя та змін в соціальному статусі науки, а також ускладнення завдань що стоять перед наукою і виникнення нових можливостей їх вирішення. [5]

Наукове пізнання є історично мінливою діяльністю, яка детермінована, з одного боку, характером досліджуваних об'єктів, з іншого - соціальними умовами, в які занурена наука.

Процеси перебудови і перетворення знання різноманітні, і мають різні підстави. В якості відправного пункту аналізу історичних етапів розвитку знання, можна взяти взаємовідношення емпіричного і теоретичного знання. [2]

Наукове пізнання спирається на факти і дає їм теоретичне пояснення. Тому в структурі наукового знання цілком чітко помітні:

- 1) область встановлених фактів;
- 2) теоретичні конструкції, які пояснюють ці факти.

На емпіричному рівні народжується той зміст, який є підсумком безпосереднього вивчення реальності, тобто весь фактуальний матеріал, що служить фундаментом для подальшого теоретизування. Теоретичний же рівень - це сфера різноманітних узагальнень, гіпотез, теорій, які «надбудовуються» над фактуальним базисом і дають його концептуальне тлумачення. Нині стало ясно, що не існує абсолютного базису «чистого спостереження», на якому можна однозначно будувати наукові теорії. З іншого боку, ми розуміємо, що теоретичні терміни не мають повної емпіричної інтерпретації, але при цьому не можуть бути видалені з теорії, не заподіявши шкоди науковому пізнанню. Таким чином, абсолютного поділу теоретичного та емпіричного рівнів не існує, і взаємовідношення цих рівнів носять вкрай складний та багатогранний характер [1]. Це складне питання, яке доводиться знову і знову піднімати в тих чи інших обставинах: що ж ми насправді спостерігаємо, наскільки обґрунтовано введення того чи іншого припущення, як верифікувати передбачуване існування гіпотетичного об'єкта, яку слід дати емпіричну інтерпретацію конкретним теоретичним сутностям (скажімо, «негативній ймовірності») і т.д. У цих та інших випадках дилема «емпіричне-теоретичне» розгортається в цілий спектр самостійних питань.

Емпіричне дослідження базується на практичній взаємодії дослідника з об'єктом. Воно передбачає здійснення спостережень і експериментальну діяльність. Застосовуються і понятійні засоби - емпіричну мову, в якій взаємодіють емпіричні терміни та терміни теоретичної мови. Сенсом емпіричних термінів є абстракції, які виділяють набір властивостей і відносин речей. Реальні об'єкти представлені в емпіричному пізнанні в образі ідеальних об'єктів, що володіють фіксованими і обмеженим набором ознак. У теоретичному дослідженні об'єкт може вивчатися тільки опосередковано, в уявному експерименті. Мова теоретичного дослідження відрізняється від мови емпіричних описів. Як її основи виступають теоретичні терміни, що позначають теоретичні об'єкти. Ідеалізовані об'єкти, на відміну від емпіричних, наділені ознаками, яких немає ні у одного реального об'єкта. Завданням теоретичного дослідження є пізнання сутності в чистому вигляді. Введення в теорію абстрактних об'єктів дозволяє вирішувати цю задачу.

Емпіричний і теоретичний типи пізнання розрізняються і за методами наукового дослідження. На емпіричному рівні застосовуються експеримент і спостереження. У теоретичному дослідженні застосовуються: метод побудови ідеалізованого об'єкта; уявний експеримент з ним; методи логічного, історичного дослідження, абстрагування та ін. [4].

Емпіричне пізнання здатне виявити дію об'єктивного закону і фіксує це в формі емпіричних залежностей. Емпірична залежність - результат індуктивного узагальнення досвіду і являє собою ймовірно-істинне знання, яке служить матеріалом для теоретичних узагальнень. [3]

У новому, характерному для сучасного етапу розвитку пізнання в якості засобу організації знання різного роду, виступає не спеціальне методологічне вчення, а методологія, яка сформувалася в результаті усвідомлення інструментального значення ідей, принципів і методів певних наукових теорій. Парадигмальні значення принципів системності і синергізму виражено в можливій функції нової організації, перекоструювання різних наукових об'єктивацій, оскільки відтворення об'єкта на підставі цих принципів передбачає обов'язковим інтеграцію отриманих емпіричних даних, засобів і методів їх отримання, теоретичних схем, моделей, дедуктивних побудов, тобто різних форм знання яке продуцирується в дослідницькому процесі.

Істотні зміни, які зазнає пізнавальна діяльність в сучасній науці, породжуються рядом причин, серед яких виділимо дві:

1. Розширення кола об'єктів, що потрапляють в поле зору дослідника: відкриваються раніше невідомі, якісно нові об'єкти, які охоплюються первинним сприйняттям, експериментом, теоретичною концепцією. Це пов'язано з виникненням нових наукових проблем, розробкою більш складних матеріальних засобів пізнання, формуванням нових напрямків наукових досліджень.

2. Все більш поглиблюється поділ науково-дослідницької праці та організований характер отримання результатів.

Розширення кола досліджуваних об'єктів здійснюється як в сторону мікрорівнів, так і в бік вищих, екологічних рівнів. Специфічна природа екологічних систем (популяції, спільноти, екосистеми, біосфера), в яких піддаються аналізу не стільки речі і їх властивості, скільки відносини, які вимагають залучення багатьох методів дослідження. [2]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Абдуллин А. Р. (2007). *История и философия науки: Пособие для аспирантов*. Уфа: Восточный университет.
- [2] Мальцева Л. Л. (2008). *Социальный статус современной науки*. Вестник Волгоградский государственного университета №2 (8), 40-43.
- [3] Новокшенов В. В. (2015). *Взаимосвязь эмпирического и теоретического знания*. Вестник научных конференций 3-1 (3) Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком".
- [4] Столетов А. И. (2008). *Онтология творчества*. Уфа: Вагант.
- [5] Ушаков Е. В. (2005). *Введение в философию и методологию науки*. Москва: Экзамен.

Yevstigneyev Y.V., Patlaichuk O.V., Stupak O.P.

EMPIRICAL AND THEORETICAL KNOWLEDGE IN MODERN SCIENCE

Text of the annotation. *The peculiarities of the functioning of empirical and theoretical knowledge in modern science are analyzed. The specifics of modern methodology of science, its focus on instrumental knowledge and focus on the synthesis of various forms of knowledge that distinguishes in the research process: empirical data, theoretical schemes and models, means and methods of obtaining them.*

The most important modern trend in the development of science is its humanization. Science in modern conditions acts not only as an element of spiritual production, but also as a phenomenon of human culture. In the modernization of social life formed new moments of functioning and development of science, which are generated by expanding the range of social functions of science and directly due to the general dynamics of modern civilization processes, the most important feature of which is globalization.

Keywords: empirical, theoretical, methodology.

УДК 378.147 (477.73)

РОЛЬ НАВЧАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ В КОНТЕКСТІ ВИВЧЕННЯ КУРСУ «ІСТОРІЯ УКРАЇНИ» У НУК ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Матвієнко Л. В., кандидат історичних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв, Україна)
matvienko_nyk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8932-5757>

Анотація. У тезах доповіді (докладі) розкрито вплив проведення екскурсій з етнографічної тематики викладачами кафедри соціально-гуманітарних дисциплін НУК імені адмірала Макарова на процес покращення засвоєння курсу «Історія України».

Ключові слова: Миколаїв; екскурсія; студенти; городище Дикий Сад.

На степовому півдні України, в місці злиття двох річок – Південного Бугу й Інгулу, по волі князя Г.О. Потьомкіна-Таврійського, на честь святого Миколая Мирлікійського – заступника моряків і мандрівників, у 1789 році засновано місто Миколаїв.

Миколаївська область с населенням 1.189 мільйона та площею в 24.6 тис. км. протяглась на південь – на 194 км., а з заходу на схід – на 204 км. Територія Миколаївщини становить 4.1 відсотка площі України.

На півночі область межує з Кіровоградською, на сході і на північному сході з Дніпропетровською, на південному сході з Херсонською, на заході – з Одеською областями.

На півдні територія оточена теплими водами Чорного моря та його лиманів.

В існуючих межах область визначена 22 вересня 1937 р.. Унікальне географічне положення сприяє як економічному так і природно-рекреаційному та туристичному розвитку. Це один з високорозвинутих індустріальних регіонів України. Сьогодні обласний центр залишається центром суднобудування й мореплавства.

У НУК імені адмірала Макарова студентам викладається навчальна дисципліна «Історія України», яка надає базові знання з історії держави, допомагає у молоді формувати національну свідомість, патріотизм тощо. Невід'ємною частиною вивчення курсу «Історія України» є освоєння історії рідного краю. Найбільш нагальним методом пізнання, окрім викладення тематичного матеріалу є навчальні екскурсії.

Навчальна екскурсія – це форма організації навчання в умовах природного ландшафту, виробництва, музею, виставки з метою спостереження та вивчення студентами різних об'єктів і явищ дійсності. Екскурсії ставлять завдання розвитку здібностей студентів діяти з пізнавальних позицій в оточуючому світі; безпосередньо сприймати і вивчати життєві явища і процеси. Екскурсії допомагають формувати емоційні якості студентів почуття прекрасного, відчуття радості пізнання, бажання бути корисними суспільству. Кожна екскурсія пов'язана з навчальним матеріалом різних предметів. Екскурсії допомагають студентам охопити зміст навчання всебічно, побачити взаємозв'язок досліджуваних в різних курсах явищ і законів, набуті навичок їх універсального застосування.

Регулярно Матвієнко Л.В., та викладачами кафедри соціально-гуманітарних дисциплін проводяться тематично-навчальні екскурсії для студентів НУК імені адмірала Макарова на укріплене городище Дикий Сад.

Городище Дикий Сад розташовується в сучасній історичній частині м. Миколаєва, на високій терасі лівого берега р. Інгул. В культурно-хронологічному аспекті городище відноситься до білозерської археологічної культури доби фінальної бронзи (XIII/XII-XI/X ст. до н.е.).

Спираючись на увесь комплекс отриманих вже сьогодні даних можна стверджувати, що упродовж XII–XI ст. до н.е. городище Дикий Сад виконувало роль своєрідного економічного, соціально-культурного, релігійно-культового та військово-політичного центру регіону нижньої течії річок Дністра, Південного Бугу та Дніпра.

Вперше Дикий Сад внесено на плані м. Миколаєва у 1805 році. Із попередніми обстеженнями цієї місцевості на початку XX століття пов'язано ім'я Феодосія Тимофійовича Камінського (1888 – 1978 рр.), відомого археолога і краєзнавця нашого краю, першого директора Миколаївського краєзнавчого музею.

Перші знахідки на місці розташування городища Дикий Сад зафіксовано Ф. Т. Камінським ще наприкінці 1920-х років (1927 р. вважається роком відкриття городища). Однак, протягом тривалого часу повномасштабні розкопки на території Дикого Саду не проводилися. Виключення складає фрагментарні роботи Ф.Т. Камінського та його колег Борисова, Кузнецова, Лагути, Маргуліса, Савченко, Сербіна з гуртка «Друзі музею», по дослідженню підйомного матеріалу наприкінці 1920-х та розкопки окремого загону Причорноморської експедиції під керівництвом Л. М. Славина у середині 1950-х років (окремим загоном з розкопок Дикого Саду керував О. М. Мальований).

Регулярні дослідження Дикого Саду, під керівництвом археологів-науковців Ю. С. Гребенникова, К. В. Горбенко та О. І. Смирнова, розпочалися тільки на початку 1990-х років й тривають дотепер (нині роки досліджено приблизно 80% площі пам'ятки).

Археологічні матеріали з Дикого Саду свідчать, що стратегічним центром городище стало завдяки функціонуванню господарських приміщень-сховищ, ремісничих майстерень й системі укріплень, що гарантувало певний захист у військовому сенсі; соціально-політичним – через наявність центральної, нічим не забудованої площадки – місце для зібрань воїнів; сакральним – у зв'язку з розташуванням храмових комплексів, де здійснювалися різноманітні релігійні ритуали. Подібна ситуація добре відома на археологічних пам'ятках Євразії II тис. до н. е., що свідчить про обізнаність населення Дикого Саду з різноманітними традиціями та доводить наявність контактів населення Степового Побужжя з регіонами Чорноморської ойкумени на рубежі II – I тис. до н.е.

Спираючись на весь комплекс знахідок можна стверджувати, що Дикий Сад виник внаслідок необхідності контролю як за суходільними, так і водними торговельними шляхами. По суті на городищі замикалася найбільш північна точка чорноморського морського шляху, а його мешканці контролювали дуже важливий транспортний вузол у вигляді переправ і зручної гавані. Можливо, в цьому місці здійснювалося перевантаження з морських на річкові судна з пересуванням до Бузьких порогів, де зручніший вихід на вододіл Бугу-Дністра до шляху в північно-західному (Балтійському і Центральноевропейському) напрямі. Весь маршрут від Південного Бугу до

верхів'їв Західного Бугу і Яблонецького перевалу не має жодної переправи і є найбільш коротким. Таким чином, важливе стратегічне положення городища безперечне.

Можна стверджувати, що на сьогоднішній день городище Дикий Сад – єдина в Причорноморському регіоні археологічна пам'ятка кінця II тис. до н.е., на котрій зафіксовані комплексні оборонні споруди. Окрім цього, треба наголосити що на городищі не зафіксовано слідів штурму укріплень та руйнації його споруд унаслідок військових дій. Даний факт вказує на військово-фортифікаційні новачі мешканців городища та на міць оборонних споруд Дикого Саду, що робили городище неприступним.

Спираючись на увесь комплекс отриманих вже сьогодні даних з абсолютною впевненістю можна запевняти, що упродовж XII–XI ст. до н.е. городище Дикий Сад виконувало роль своєрідного економічного, соціально-культурного, релігійно-культового та військово-політичного центру регіону нижньої течії річок Дністра, Південного Бугу та Дніпра.

Виходячи з аналізу багаторічних розкопок на території сучасного міста Миколаїв, центром політичного об'єднання населення нашого краю на рубежі II – I тис. до н.е. могло виступати саме городище Дикий Сад.

Отже, викладання гуманітарних предметів у НУК імені адмірала Макарова є важливою складовою навчального процесу. Студентам надається можливість пізнати особливості історичного розвитку України в контексті світової історії та поглибити знання з історії рідного краю. Навчально-тематичні екскурсії є продуктивною формою пізнання матеріалу з етнології та історії Миколаївщини.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Матвієнко, Л. В. (2014). Особливості процесу територіально-адміністративного формування Миколаїшини. *Гуманітарний вісник НУК. Збірник наукових праць*, 7, 123-125.
2. Шитюк, М. М. (кер. авт. кол.), Баковецька О. О., Буглай Н. М. та ін. (2015). *Історія рідного краю: Миколаївщина: навчальний посібник*. Миколаїв: Іліон, 2015.
3. Висоцький, О. Ю. (2018). Освіта і наука в умовах глобальних трансформацій. Матеріали I Всеукраїнської наукової конференції (26-27 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Частина I. Дніпро: СПД «Охотнік».

Matvienko L.V.

THE ROLE OF STUDYING EXCURSIONS IN THE CONTEXT OF STUDYING THE COURSE HISTORY OF UKRAINE IN ADMIRAL MAKAROV NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING

Annotation. The theses of the report disclose (disclose) the impact of guided tours from ethnographic subjects by teachers of the Department of Social and Humanitarian Disciplines of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding for the process of improving the mastery of the course «History of Ukraine».

Keywords: Nikolaev; excursion; students; ancient settlement Wild Garden.

УДК 37.015.31:7

АРТ-ЦЕНТР «АРГО» ТА ЕСТЕТИЧНЕ ВИХОВАННЯ ОСОБИСТОСТІ ІНЖЕНЕРА

Матійко Олександр Васильович, завідувач кафедри дизайну, заслужений діяч мистецтв України, доцент НУК,

amati1906@ukr.net;

Данильченко Наталя Вячеславівна, викладач кафедри дизайну,

email: natashadan@ukr.net.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто важливість естетичного виховання, як складової комплексної підготовки студентів. Визначені основні заходи, що сприяють формуванню культурних та естетичних цінностей. Розглянута діяльність виставкових залів в контексті естетичного виховання, зокрема діяльність арт-галереї НУК «Арго».

Ключові слова: естетичне виховання, виставковий зал, творчість.

Комплексна підготовка майбутнього інженера ніколи не викликала сумнівів. Теоретичні знання, підкріплені практичним застосуванням у своїй галузі, сучасна комп'ютерна підготовка, знання законів функціонування економіки, правових засад, розуміння предмету своєї діяльності в сучасному суспільстві та знання закономірностей його розвитку – все це визначають програми підготовки майбутніх інженерів. Але для розвитку гармонійної особистості важлива ще одна складова – естетичне виховання. Виховання у студентів –

майбутніх інженерів – почуття «прекрасного», формування естетичних цінностей, культури, сприйняття нового сприяють і формуванню творчої особистості. Це базова компетентність, що проголошена Радою Європи для здобувачів вищої освіти.

Творчість для інженера – це здатність до засвоєння нових технологій, самоосвіти та перекваліфікації, самостійно приймати рішення; креативність, рішучість і відповідальність. Для інженера професійна самостійність означає творчість мислення і здатність самостійно генерувати ідеї і створювати нові естетичні цінності [3].

Естетичне виховання в технічних ВНЗ, як правило, залишається за межами навчального процесу. На перший план тут виходить організація культурного дозвілля для студентів: створенням клубів за інтересами, гуртків, об'єднань, студентських театрів, КВК та ін.

Традиційно, в НУК завжди приділялась увага розвитку гармонійно розвинутої особистості. Не останню роль в цьому грає кафедра дизайну, історія якої почалася ще зі спеціалізації «архітектура суден» [1]. Крім основної своєї діяльності – підготовки студентів – кафедрою завжди проводяться культурні заходи, що сприяють знайомству з напрямками дизайну та мистецтва. За роки існування кафедри дизайну миколаївці неодноразово могли побачити результати творчої праці її студентів та викладачів. Звичайно, мова йде про різноманітні виставки творчих робіт.

В виставкових залах міста з 2004 р. по 2013 р.р. «вернісажі від НУК» проводились в міській виставковій залі (2004 р.), виставковій залі Миколаївського обласного художнього музею ім. Верещагіна (2008, 2010 р.р.), виставковій залі Миколаївської спілки художників (2013 р.). Це були виставки творчих робіт та проектів викладачів та студентів кафедри, які об'єднували різноманітні сфери творчості: графічні роботи, дизайн-проекти, вітражні роботи, рисунок та живопис. Виставки завжди привертали увагу миколаївців, знайомили з творчістю, неординарними особистостями.

На сьогоднішній день в місті багато виставкових майданчиків, державних та приватних, великих та маленьких, де можна долучитися, наприклад до мистецтва і культури, або досягнень техніки, або новинок літератури. Виставкові та демонстраційні зали та галереї в наш час мають великий виховний потенціал для естетичного виховання. В умовах інтеграції до Європейського та світового співтовариства актуалізується проблема виховання такої особистості, якій притаманні соціально цінні якості, висока духовна культура, толерантність та широкий світогляд [2].

Виставкові зали та галереї мають не тільки спеціалізовані художні ВНЗ, а і технічні університети. Окрім міських залів, майже, кожний вищий навчальний заклад Миколаєва має свою виставкову залу. Це дуже доречно, бо є можливість показати як досягнення своїх студентів та викладачів, так і залучити інших відомих майстрів.

В НУК ім. адмірала Макарова є виставкова зала в Головному корпусі НУК, де, в основному, демонструються досягнення колективу в галузі суднобудування та технологій. В корпусі Гуманітарного інституту обладнаний майданчик, де, в перше чергу, розміщуються змінні експозиції навчальних робіт студентів кафедри дизайну, при чому протягом всього навчального року. Також невеликі тематичні виставки проводяться в бібліотеці, вестибюлі Головного корпусу, актових залах Старого та Нового корпусів. З такими виставками можуть ознайомитись і співробітники, і гості НУК, і, звичайно, майбутні абітурієнти.

На теперішній час, основна виставкова галерея НУК – це арт-центр «Арго», що розташований в Новому корпусі університету. Арт-центр відкрився в 2015 р. За ці роки проведено близько двох десятків виставок. Ініціаторами проведення виступали і кафедра дизайну, і наукові колективи НУК. Наряду з цим проводились виставки миколаївських дизайнерів і художників, демонструвались роботи наших гостей з усієї України.

За роки існування арт-центра «Арго» кафедрою дизайну НУК були проведені такі виставки:

- персональні виставки заслуженого діяча мистецтв України, відомого художника Матійко О.В. в 2015 р., 2017 р., 2018 р. з різноманітними роботами: портрети, пейзажі, ескізи, творчі роботи з філософським осмисленням;

- персональна виставка старшого викладача кафедри художника-пейзажиста, Г.М. Плужника, де демонструвались його творчі роботи з живопису, які привертають увагу майстерним виконанням українського пейзажу – у квітні 2016 р.

- персональна виставка старшого викладача кафедри, заслуженого діяча мистецтв України, відомого скульптора І.Я. Булавицького у жовтні 2016 р., на якій були представлені акварельні твори митця: пейзажі чудових місць України, Миколаївщини, Словаччини, рідного краю, філософські мотиви та роздуми.

- виставка творчих робіт викладачів кафедри «Весняний калейдоскоп» (лютий 2016 р.), експозиція якої демонструвала творчі досягнення, творчий потенціал, а також талант і майстерність викладачів і представляла роботи в різних жанрах та техніках;

- виставка студентських графічних робіт у грудні 2016 р. – творчі і навчальні роботи студентів кафедри з графічного дизайну, проектної графіки, кольорознавства, композиції, а також дизайн-проекти інтер'єру;

- виставка пам'яті викладача кафедри, відомого художника-реаліста В.А. Швецула з його ранніми графічними роботами, що мають, крім естетичної ще і навчальну цінність (травень 2017 р.);

- виставка студентських робіт з рисунку, живопису, дизайн-проектів у травні 2018 р. – демонстрація досягнень студентів кафедри за останні роки;

- художня виставка творчих робіт викладачів кафедри (жовтень 2019 р.) – творчі роботи з рисунку, живопису, скульптура, дизайнерські розробки.

Виставки, проведені кафедрою дизайну, завжди привертають увагу. Для студентів спеціальності «Дизайн» - це можливість презентувати свої роботи, привід для досягнення кращих результатів у навчання. а також - приклад професійної майстерності викладачів. Для студентів інших спеціальностей – це шанс долучитися до мистецтва, розширити свій світогляд, розкрити творчі здібності.

Інші підрозділи університету також використовують «Арго» для демонстрації своїх досягнень.

27 травня 2016 р. в арт-центрі «Арго» відділ обслуговування користувачів Наукової бібліотеки у Навчально-науковому інституті автоматики та електротехніки НУК презентував виставку «Майстерня радості душі», де демонструвались експонати, виконані, виключно, в стилі Handmade читачами відділу.

У листопаді 2019 р. відбулася експозиція «Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки НУК ім. адм. Макарова – драйвер інновацій в освіті», де було представлено наукові досягнення кафедр НН ІАЕ НУК ім. адм. Макарова.

Залучає до своїх стін арт-центр і інших відомих миколаївських та українських майстрів: художників, фотографів, літераторів.

Так, у січні 2016 р. була проведена виставка сакрального живопису львівської художниці Марії Іванюти, в рамках якої всі бажаючі – студенти, викладачі, мешканці міста – змогли ознайомитись з філософською творчістю в жанрі «сакрального мінімалізму».

Відомі миколаївській митці Бандалієв В. та Артим Д. представляли свої твори в 2017 -2018 р.

В червні 2017 в арт-центрі «Арго» Макарова відбулося відкриття планшетної фотовиставки про життя і творчість основоположника сучасної популярної грецької музики, видатного співака і композитора, поета Василя Ціцаніса

В 2018 р. культурний центр «Корабел» НУК організував та провів художню виставку відомого миколаївського митця Вадима Пустельника.

У січні 2020 р. була проведена виставка художніх робіт Михайла Ковалевського, завідувача кафедри іноземних мов МКІ у 1970 роках, професора філології, художника, письменника, поета, майстра народної творчості, ветерана війни.

Власна виставкова галерея, якою є арт-центр «Арго», без сумнівів має наступні переваги:

- покращення навчально-виховної роботи зі студентами щодо естетичного виховання та залученню до культурних заходів;

- формування творчої та креативної особистості, що важливо для всіх без виключення спеціальностей, за якими навчаються студенти в НУК ім. адмірала Макарова;

- знайомство з новинками техніки, літератури, мистецтва;

- поширення інформації про НУК ім. адмірала Макарова серед миколаївців та, взагалі, на просторах всієї України;

- привернення уваги майбутніх абітурієнтів до нашого університету;

- знайомство з творчістю талановитих викладачів, співробітників та студентів НУК, миколаївців, митців зі усієї України.

В планах кафедри дизайну, і в подальшому, знайомити з творчістю своїх викладачів та студентів. А на наступний рік провести такі заходи:

- до 100-річчя НУК ім. адмірала Макарова: виставку творчих робіт викладачів та студентів кафедри;

- ювілейну персональну художню виставку заслуженого діяча мистецтв, завідувача кафедрою, доцента НУК Матійко О.В.

- до 20-річчя кафедри дизайну: виставку найкращих студентських робіт з декоративно-прикладного мистецтва.

Список літератури

1. Сергієнко О.М., Данильченко Н.В., (2019). *Синтез художньої і технічної освіти викладача, як компонент впливу на професійну якість підготовки фахівців у галузі дизайну*. Матеріали V міжнародної науково-

практичної конференції. Інноваційні культурно-мистецькі аспекти в сучасній картині світу. Херсон: ХНТУ, 390-392.

2. Токар О.М. (2005). Естетичне виховання у підготовці майбутніх інженерів (історико-педагогічний аспект).

Взято з [http: https://refdb.ru/look/2180596.html](https://refdb.ru/look/2180596.html).

3. Чудіна К.Ю. (2013). Виховання естетичного відношення до майбутньої професійної діяльності у студентів будівельних спеціальностей. *Збірник наукових праць. Духовність особистості: методологія, теорія і практика*.

Взято з [http: http://oaji.net/articles/2014/690-1395921953.pdf](http://oaji.net/articles/2014/690-1395921953.pdf) Matiyko O.V., Head of the Department of Design, Honored Artist of Ukraine, Associate Professor NUS, amati1906@ukr.net

Matiyko O.V., Head of the Department of Design, Honored Artist of Ukraine, Associate Professor NUS, amati1906@ukr.net

Danylchenko N.V., Instructor of the Department of Design, natadan@ukr.net.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv.

Argo Art Center and aesthetic education of the engineer's personality.

The importance of aesthetic education as a component of complex training of students is considered. The main measures that promote the formation of cultural and aesthetic values are identified. The activity of exhibition halls in the context of aesthetic education is considered, in particular the activity of the art gallery of NUS "Argo".

Key words: aesthetic education, exhibition hall, creativity.

Секція. 12.

МОРСЬКЕ ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО

УДК 340.13(094)

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРАВОВОЙ ДОКУМЕНТ В МЕХАНИЗМЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Федоренко Татьяна Николаевна, канд. юрид. наук, доцент
НУК имени адмирала Макарова,
Украина, г. Николаев
tetiana.fedorenko@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4603-2211>

Анотація. Розглянута проблема електронних правових документів в механізмі правового регулювання; зазначені підходи до визначення електронного правового документу, види та окремі властивості електронних документів. Встановлено, що електронні правові документи стимулюють різні види нормотворчості та юридичної практики.

Ключові слова: електронний документ, правовий документ, електронний правовий документ, правова інформація, механізм правового регулювання.

**Только постоянное изменяется;
изменчивое подвергается не изменению, а только смене.**

Иммануил Кант

Развитие информационных технологий является одной из ведущих тенденций современного мира, изменения затронули политику, экономику, социальную систему, образование; в том числе следует, отметить активизацию цифровизации человека и общественных отношений путем цифровой индивидуализации, формирования цифрового статуса человека, реестров и баз персональных данных и т. п. В условиях расширения информационных технологий новые признаки выявляет и сам процесс правового регулирования, а именно: происходит регулирование поведения участников социальных отношений не только с помощью специальных юридических средств и способов, но и с использованием автоматизированных систем (например, камер видеонаблюдения и т. д.), создающих дополнительные внешние условия (regulation by design) в которых индивид лишается права выбора поведения; как следствие, в современной теории права ученые на основе критерия автоматизации правовое регулирование подразделяют на а) классическое правовое регулирование, б) автоматизированное правовое регулирование основанное на правилах (rule-based legal regulation), в) автоматизированное правовое регулирование основанное на данных (data-based legal regulation) [1].

Отметим, что все значимые нормативные регуляторы в условиях общественного фазового перехода – мораль, право, религия, традиция и др. – подвергаются определенным испытаниям. Право, как важнейший инструмент социального регулирования, дополняясь новым содержанием и формами, тем самым, в сфере теории права, стимулирует познание новых теоретических объектов при сохранении приверженности классической юридической проблематике. Выразительным примером может послужить обсуждение *свойств электронного правового документа*, занимающего все большее место в системе регулирования публичных отношений. Целью данной небольшой работы является выделение и характеристика отдельных свойств электронного правового документа в механизме правового регулирования.

Слово документ латинского происхождения, что означает свидетельство, первоначально подразумевались бумаги, которые подтверждали права, законность определенных действий, т. е. имели юридическую силу [2]. В национальном законодательстве «документ» определяется в *широком значении* как материальный носитель, содержащий информацию, основными функциями которого являются ее сохранение и передача во времени и пространстве [3] или, например, другой нормативно-правовой акт определяет документ, как материальную форму получения, хранения, использования и распространения информации, зафиксированной на бумаге, магнитной, кино-, фото пленке, оптическом диске или другом носителе [4]. В узком

значении, которое и подразумевается в данной работе, документ – это носитель официальной информации юридического значения; юридическое значение документов выражается в их способности вызывать юридические последствия.

Разновидностью современных документов, в том числе и правовых, является его электронный вариант, в котором информация зафиксирована в виде электронных данных, включая обязательные реквизиты документа; электронный документ может быть создан, передан, сохранен и превращен электронными средствами в визуальную форму; визуальной форме представления электронного документа является отображение данных, которые он содержит, электронными средствами или на бумаге в форме, пригодной для восприятия его содержания человеком [5].

Для выявления свойств электронного правового документа в методологическом аспекте важным является обращение к теории информации; так, Н. Н. Пархоменко характеризует формальные источники права как «информационные продукты, которые соответствуют определенным требованиям и существуют в доступной форме» и, в этой связи, ссылается на классификацию правовой информации О. Е. Кутафина и В. А. Копылова выделивших *нормативную* (содержится в законах и других правовых актах и может рассматриваться как информация, которая регулирует общественные отношения) и *ненормативную* (ненормативная создается в результате правоохранительной и правоприменительной деятельности) правовую информацию [6, с. 98].

В статье 17 закона Украины «Об информации» 1992 г. выделены также два вида правовой информации, во-первых, *нормативная правовая информация* (источниками правовой информации является Конституция Украины, другие законодательные и подзаконные нормативно-правовые акты, международные договоры и соглашения, нормы и принципы международного права), а, во-вторых, *ненормативная правовая информация* (ее источники – это ненормативные правовые акты, сообщения средств массовой информации, публичные выступления, другие источники информации по правовым вопросам). В данном законе дается определение правовой информации, а именно: это сведения о праве, его системе, источниках, реализации, юридических фактах, правоотношениях, правопорядке, правонарушениях и борьбе с ними, и их профилактика [3].

Вполне очевидно, что данный подход может быть применим в отношении электронных правовых документов несущих правовую информацию двух видов: нормативную и ненормативную; соответственно и классификации, применяемые к правовым документам «традиционной» аналоговой формы актуальны и для электронных правовых документов. Например, правовой документ, с точки зрения науки теории права – это материальный носитель правовой информации, целью которого является определенность правового регулирования, Марченко М. Н. юридические документы подразделил на следующие группы: нормативные; правовые документы индивидуального характера; правовые документы, фиксирующие юридические факты; деньги и ценные бумаги; доказательства [7, с. 343–360]; за небольшим исключением классификация М. Н. Марченко актуальна и для электронных правовых документов.

На важный аспект проблемы соотношения электронных правовых документов и «традиционных» аналоговых обращает И. Ф. Юшин, а именно: главное отличие между ними заключается в способе фиксации и воспроизведения информации, но и аналоговые и электронные правовые документы направлены на регулирование общественных отношений [8].

Электронный правовой документ, с точки зрения теории права, – это разновидность правового акта; О. Ф. Скаун определяет его как акт-волеизъявление (решение) уполномоченного субъекта права, регулирующего общественные отношения посредством установления (изменения, отмены, изменения сферы действия) правовых норм, а также определения (изменения, прекращения) на основе этих норм прав и обязанностей участников конкретных правоотношений, меры ответственности конкретных лиц за совершенные ими правонарушения, правовой акт оформляется в установленных законом случаях в виде письменного документа (акта-документа) [9; 10].

При сущностном совпадении электронного правового акта с «традиционным» аналоговым он обладает особенностями, которые проистекают из его, как отмечалось выше, способа фиксации и воспроизведения информации. Проблемы электронных актов и задачи документирования ярко сформулированы И. Ф. Юшиным на примере исторической науки, и они вполне совпадают с задачами науки юриспруденции, приведем это высказывание полностью: «Сегодня перед источниковедением становится задача огромной важности, сравнимая с эпохой зарождения самой этой научной дисциплины. Выработка методологии исторической науки нового виртуального мира – достойная задача киберисториков третьего тысячелетия. Добраться до исторического факта через внешнюю и внутреннюю критику источника (порой обуславливающую само появление такого документа) становится все труднее. Источниковеды должны понять, что для их дисциплины наступает новая эра. Эра очень подвижных источников, которые не имеют характеристик прежнего документа. Источниковедение должно выработать новые методики работы с ними. Историки оказались в среде больших

информационных массивов, которые в основном не только не «освящены» хранением в стенах архивов, никак археографически не описаны, подвержены изменениям (!) и даже могут исчезнуть» [8].

Итак, перед юриспруденцией стоит проблема устранить некоторое несоответствие между потребностями информационного общества и наличием средств для их удовлетворения, среди них:

1) это необходимость продолжить формирование юридической науки и ее методологии нового виртуального мира, так, например, актуальная широкая дискуссия, посвященная IT-праву была проведена на страницах журнала «Право України» [11],

2) расширение слоя юристов, специализирующихся в сфере IT и IT-права [12],

3) необходимо осмысление юридической практики в условиях расширения использования информационных технологий. Ярким примером может служить такое явление, как юридический факт; сошлёмся в качестве иллюстрации на практику Высшего хозяйственного суда Украины по вопросу о том, когда электронный документ считается полученным. Так, в постановлении от 17.01.2017 года деле № 924/473/16 ВХСУ определено, что «если предварительной договоренностью между субъектами электронного документооборота не определен порядок подтверждения факта получения электронного документа, такое подтверждение может быть осуществлено в любом порядке автоматизированным или иным способом в электронной форме или в форме документа на бумаге. Указанное подтверждение должно содержать данные о факте и времени получения электронного документа и об отправителе этого подтверждения. В случае не поступления к автору подтверждения о факте получения этого электронного документа считается, что электронный документ не получен адресатом»; аналогичный подход содержат постановления других Высших судов (Высшего специализированного суда Украины по рассмотрению гражданских и уголовных дел от 11.11.2015 г. по делу №6-24167ск15, постановления Высшего административного суда Украины от 18.09.2012 г. по делу № к-13877/10-с) [13];

4) проблема аутентичности и хранения электронного правового акта. В этом вопросе показательна практика Национального банка Украины; НБУ разработал «Инструкцию по организации документирования управленческой информации в Национальном банке Украины» от 11.02.2020 № 115-рш [14], которая определяет систему электронного документооборота АСКОД от Компании «ІнфоПлюс» – украинского разработчика программного обеспечения, основными направлениями деятельности которого являются разработка и внедрение программных решений в области автоматизации деловых, управленческих и других процессов, а также предоставление консалтинговых услуг в сфере информационных технологий [15]; «Инструкция» дает определение оригинала электронного документа, юридической силы электронного документа и т.д. включая его архивирование и хранение.

Текущая юридическая практика свидетельствует, что электронный документ в механизме правового регулирования выступает «революционным» динамическим элементом, который стимулирует локальное, ведомственное, общегосударственное нормотворчество, изменяет институты процессуального права и т. д.

Тенденции развития информационных технологий указывают на то, что электронный правовой документ в перспективе будет занимать все больший удельный вес в механизме правового регулирования. Можно утверждать, что и в научных исследованиях под влиянием юридической практики будет исследоваться внешняя формы (способы фиксации и воспроизведения информации) электронного документа, что, в том числе, объективно приведет к повышению интереса к технико-правовым нормам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Галецька Н. Автоматизація правового регулювання: праволодинний аспект // Право України. – 2019. – № 4. – 171–182.
- [2] Олійник О. Б. Судова документація: Навч. посібник. – К.: Алерта 2007. – 282 с.
- [3] Закон України Про інформацію (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 48, ст.650). Документ 2657-XII, чинний, поточна редакція – Редакція від 21.12.2019, підстава – 324-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text>
- [4] Закон України Про обов'язковий примірник документів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 22-23, ст.199). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/595-14#Text>
- [5] Закон України Про електронні документи та електронний документообіг (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 36, ст.275) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-15#Text>
- [6] Пархоменко Н. М. Джерела права: проблеми теорії та методології. Монографія. – К.: ТОВ «Видавництво «Юридична думка», 2008. – 336 с.
- [7] Общая теория государства и права: Академический курс в 2-х тт. /Отв. Ред. М. Н. Марченко. – М.: Зерцало, 1998. – Т. 2. Теория права. – 656 с.

- [8] Юшин І. Ф. Електронні документи як історичний джерело. URL: <http://www.hist.msu.ru/Departments/Inf/Stud/Heuristics/Reader/YuschinIF.pdf>
- [9] Скакун О. Ф. Теорія держави і права: Підручник / Пер. з рос. – Харків: Консум, 2001. – 656 с.
- [10] Скакун О. Ф. Теорія держави і права (Енциклопедичний курс): Підручник. – Харків: Еспада, 2006. – 776 с.
- [11] ІТ-право: концепції, реалії та перспективи // Право України. – 2018. – № 1. – С. 18–171.
- [12] Кто такой IT-юрист? Инсайдерский взгляд Сергея Овчаренко, IT-юриста 07.08.2019 г. // Платформа Ліга: Закон. URL: https://jurliga.ligazakon.net/intervyu/188306_kto-takoy-t-yurist
- [13] Коли електронний документ вважається отриманим: позиція суду // «Дебет-Кредит» від 13.03.2017 г. URL: <https://news.dkt.ua/law/jurisprudence/42737>
- [14] Рішення Правління Національного банку України № 115-рш. Про затвердження Інструкції з організації документування управлінської інформації в Національному банку України. Документ vr115500-20, чинний, поточна редакція. Прийняття від 11.02.2020 г. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/vr115500-20#Text>
- [15] Компанія ІнфоПлюс. URL: <https://infoplus.ua/uk/page/about>

ELECTRONIC LEGAL DOCUMENT IN THE MECHANISM OF LEGAL REGULATION

Tetiana Fedorenko

Annotation. The problem of electronic legal documents in the mechanism of legal regulation was analyzed, also, were specified approaches to define nature of electronic legal document, types and separate properties of electronic documents. The research established that electronic legal documents stimulate various types of rule-making and legal practice.

Key words: electronic document, legal document, electronic legal document, legal information, mechanism of legal regulation.

УДК 317.85:629.783

МІЖНАРОДНА ОРГАНІЗАЦІЯ РУХОМОГО СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ: ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ДІЯЛЬНОСТІ

Дмитриченко І.В., канд. юрид. наук, доцент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, Миколаїв
garryolvio@outlook.com

Анотація: досліджено організаційно-правові засади діяльності Міжнародної організації рухомого супутникового зв'язку.

Ключові слова: безпека мореплавства; морський зв'язок; пошуково-рятувальні заходи; космічний сегмент.

Вступна частина. Сьогодні чимало держав проявляють спільну зацікавленість в досягненні прогресу в галузі дослідження та використання космічного простору в мирних цілях, що є необхідною умовою для розвитку міжнародного співробітництва в космічній сфері. Одним з кращих прикладів зростаючої зацікавленості держав до використання космосу є турбота міжнародної спільноти за безпеку життя людини на морі, оскільки людський фактор, а також обмеженість дальності дії засобів зв'язку знижували ефективність використання радіозв'язку під час лиха на морі.

Метою даного дослідження є визначення організаційно-правових засад діяльності Міжнародної організації рухомого супутникового зв'язку, яка до грудня 1994 р. мала назву – Міжнародна організація морського супутникового зв'язку (International Maritime Satellite Organization; IHMARCAT (INMARSAT)).

Основна частина. Міжнародна морська організація (IMO) з 1966 р. досліджувала питання використання супутників для морського радіозв'язку і радіовизначення з метою підвищення безпеки мореплавства та більш ефективного управління флотом. У листопаді 1972 р. СРСР в рамках діяльності IMO запропонував створити спеціальну міжнародну організацію, що має забезпечувати морський супутниковий зв'язок. У 1973 р. IMO вирішила скликати міжнародну конференцію щодо створення нової системи морського зв'язку, що базується на супутниковій технології. На її третій сесії в Лондоні 03.11.1976 р. було засновано Міжнародну організацію морського супутникового зв'язку (IHMARCAT). Засновницькими актами IHMARSAT (набули чинності 16.07.1979 р.) є Конвенція про міжнародну організацію морського супутникового зв'язку 1976 р.

(сторонами є держави-члени ІНМАРСАТ) та Експлуатаційна угода Міжнародної організації морського супутникового зв'язку 1976 р. (підписана від імені держав-членів або призначених ними національними неурядовими організаціями (учасники)).

Велике значення в діяльності ІНМАРСАТ сторони Конвенції про ІНМАРСАТ надавали функціонуванню Глобальної морської системи зв'язку під час лиха і для забезпечення безпеки мореплавства (ГМСЗБ), створеної відповідно до частини 4 Конвенції ІМО з охорони людського життя на морі 1974 р. (СОЛАС-74). Відповідно до вимог Конвенції СОЛАС-74 (частина 4) всі судна водотоннажністю більше 300 тон, що побудовані після 01.02.1995 р., повинні мати обладнання ІНМАРСАТ, що забезпечує екстрений зв'язок під час лиха (судна, що були побудовані до вказаної дати необхідно було обладнати за вимогами Конвенції СОЛАС -74 до 01.02.1995 р.). Головна суть концепції ГМСЗБ полягає в тому, щоб пошуково-рятувальні організації, а також судна, що перебувають у районі лиха, в найкоротший термін були сповіщені про лихо і брали участь у скоординованій пошуково-рятувальній операції.

Сфера діяльності ІНМАРСАТ включала забезпечення космічного сегмента (супутники, установки спостереження, телеметрії, телеуправління, контролю, нагляду тощо, для роботи супутників), необхідного для поліпшення морського зв'язку, сприяючи тим самим поліпшенню зв'язку для оповіщення під час лиха та забезпечення охорони людського життя на морі, підвищенню ефективності роботи суден та управління ними, вдосконаленню служб морської суспільної кореспонденції та можливостей радіовизначення. ІНМАРСАТ надавала послуги у вигляді телексного, телефонного та факсимільного зв'язку через супутники, а також здійснювала передачу даних швидкісними і надшвидкісними засобами, що наочно свідчило про справжню науково-технічну революцію в галузі використання океанів і космосу. ІНМАРСАТ здійснювала оповіщення про лихо та аварії суден, передавала на судна навігаційну інформацію, намагаючись охоплювати всі райони, де була потреба у морському зв'язку.

У січні 1989 6-та позачергова сесія Асамблеї ІНМАРСАТ схвалила поправки до Конвенції про ІНМАРСАТ та Експлуатаційній угоді, що поширювали сферу діяльності ІНМАРСАТ на суходутні райони, повітряний простір і води, які не є частиною морського середовища. У зв'язку із цим ІНМАРСАТ забезпечувала можливість прийому і передачі даних через супутники практично в будь-якій точці земної кулі.

ІНМАРСАТ здійснювала свою діяльність на основі принципів недискримінації, дотримання загально визнаних принципів і норм міжнародного права, обслуговування всіх районів, де є потреба в морському, повітряному та іншому рухомому зв'язку, використання космічного простору в інтересах усіх держав і виключно в мирних цілях. Депозитарієм Конвенції про ІНМАРСАТ виступає Генеральний секретар Міжнародної морської організації (ІМО).

Стаття 32 Конвенції встановила, що жодна держава не може стати стороною Конвенції про ІНМАРСАТ, не приєднавшись до Експлуатаційної угоди, яка регламентувала комерційні аспекти діяльності ІНМАРСАТ. Сторонами Конвенції про ІНМАРСАТ мали можливість бути виключно держави, проте підписувати Експлуатаційну угоду в якості її учасників мали право як держави, так і призначені ними державні або приватні компетентні організації. Відповідно до Експлуатаційної угоди (ст. 3) фінансовою основою діяльності ІНМАРСАТ були внески учасників, величина яких пропорційна їх дольової участі в загальному використанні космічного сегмента. Розмір дольової участі в капіталі ІНМАРСАТ визначався на основі користування учасниками космічним сегментом.

Структура ІНМАРСАТ (до організаційно-правових змін) включала Асамблею, Раду і Директорат, очолюваний Генеральним директором.

У функції Асамблеї (до 31.07.2001 р.) входили розгляд діяльності, загальної політики і довгострокових цілей ІНМАРСАТ, забезпечення відповідності її діяльності нормам міжнародного права, винесення рішень за рекомендаціями Ради, прийняття поправок до Конвенції, визначення взаємовідносин ІНМАРСАТ з державами та іншими міжнародними організаціями тощо.

Рада складалася з представників 22 учасників або груп учасників, 18 з яких входили до неї за принципом найбільшої часткової участі, а 4 обиралися Асамблеєю з метою забезпечення врахування принципу справедливого географічного представництва. Сесії Ради мали відбуватися не рідше трьох разів на рік. Рада визначала вимоги до супутникового зв'язку та умови допуску до космічного сегменту; приймала необхідні заходи і програми; регулювала питання розробки, спорудження, розміщення та технічного обслуговування космічного сегменту; надавала рекомендації Асамблеї; встановлювала фінансові правила, складала бюджет і фіксувала часткову участь в статутному капіталі кожного учасника тощо. Директорат, який був виконавчим органом ІНМАРСАТ, очолював Генеральний директор, що виступав головною виконавчою посадовою особою і повноважним представником ІНМАРСАТ.

Одним з основоположних принципів ІНМАРСАТ є зобов'язання здійснювати свою діяльність виключно в мирних цілях. Існує розуміння, що безумовне використання послуг супутникового зв'язку дозволяється міжнародним збройним силам, що діють під егідою ООН. Крім того, допускається використання системи ІНМАРСАТ іншими збройними силами за умови, що вони діють відповідно до Статуту ООН в цілях реалізації закріпленого в ст. 51 права на індивідуальну або колективну самооборону, а також якщо зв'язок їм необхідний для захисту жертв збройних конфліктів відповідно до Женевських конвенцій 1949 р. і Додаткових протоколів до них 1977 р.

У грудні 1994 р. Асамблея прийняла рішення про перейменування ІНМАРСАТ в Міжнародну організацію рухомого супутникового зв'язку (IMSO).

Наприкінці 20 століття держави-члени та учасники IMSO вирішили відповісти на виклик швидко зростаючої конкуренції з боку приватних постачальників послуг супутникового зв'язку. Було розпочато приватизацію всіх фондів і бізнесу міжурядової організації за умови дотримання безперервності забезпечення зобов'язань щодо суспільних служб зв'язку та міжурядового нагляду в якості попередніх умов приватизації. У квітні 1998 р. 12-а позачергова сесія Асамблеї схвалила поправки до Конвенції про Міжнародну організацію морського супутникового зв'язку і Експлуатаційної угоди, що передбачають створення на базі IMSO приватної підприємницької корпоративної структури. Передбачалося, що цій комерційній компанії мають бути передані всі активи IMSO, включаючи права на космічний сегмент, а її акції розподілені між учасниками Експлуатаційної угоди відповідно до їх часткової участі. Основною умовою таких змін виступало збереження функції міжурядового нагляду щодо зобов'язань з надання суспільних послуг, зокрема в сфері ГМСЗБ. Зміни, що торкнулися IMSO, є наслідком якісно нового етапу у розвитку міжнародних організацій, коли в сферу їх діяльності активно проникають господарські функції, успішне здійснення яких вимагає певного посилення комерційного елемента в їх діяльності, що в свою чергу вимагає специфічного правового механізму регулювання.

Прийняті поправки передбачали припинення дії Експлуатаційної угоди і ліквідацію Ради IMSO (набули чинності 31 липня 2001 р.). У процесі реструктуризації IMSO її активи, комерційна експлуатація та інтереси були передані без обмежень новій комерційній компанії «Інмарсат Лтд.» (zareєстрована за правом Великої Британії 15.04.1999 р.).

IMSO має форму контракту про суспільно-приватне партнерство з «Інмарсат Лтд.» на основі Угоди про суспільні служби зв'язку від 15.04.1999 р., в якій встановлюються обов'язки «Інмарсат Лтд» щодо відповідних суспільних служб, а також визначається механізм нагляду з боку IMSO. Ці суспільні служби зв'язку включають: служби для безпеки на морі в рамках ГМСЗБ; служби оповіщення про лихо; зв'язок для координації при проведенні пошуково-рятувальних операцій; ширококомовні передачі інформації з безпеки на морі; загальний радіозв'язок; авіаційні рухомі супутникові (маршрутні) служби, встановлені Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО). IMSO також діє як міжнародний координатор Міжнародної системи впізнання суден і спостереження за ними на дальній відстані (International system for the Long Range Identification and Tracking of Ships (LRIT)), що створено ІМО.

IMSO володіє «спеціальною часткою» в «Інмарсат Лтд», що забезпечує механізм, який гарантує, щоб будь-які прийняті комерційні рішення не чинили негативного впливу на суспільні служби. За таких умов функції IMSO порівняно з ІНМАРСАТ змінилися, оскільки безпосереднє здійснення комерційної діяльності щодо експлуатації космічного простору поступило місце регламентації такої діяльності. IMSO тісно працює з ІМО, ІКАО та іншими зацікавленими міжнародними організаціями. 15.04.1999 р. між урядом Великої Британії та IMSO було підписано Угоду про штаб-квартиру Організації (місцеперебування Директорату – Лондон.).

Після відповідних організаційно-правових змін IMSO функціонує через Асамблею держав-членів (чергові сесії відбуваються раз в два роки), Консультативний комітет, який формується на кожній черговій сесії Асамблеї у кількості представників не менше як 15-ти держав-членів (збирається на регулярній основі не рідше двох разів на рік) та Директорат, який очолює Генеральний директор, що призначається Асамблеєю на чотириохрічний термін (головна виконавча посадова особа Директорату і юридичний представник IMSO). Кожна держава-член IMSO має в Асамблеї один голос. Асамблея визначає цілі, загальну політику та довготривалі завдання IMSO і діяльності постачальників щодо забезпечення служб морського рухомого зв'язку для ГМСЗБ, включаючи схвалення, зміну та припинення дії угод про суспільні служби зв'язку. Правила процедури Асамблеї *mutatis mutandis* застосовуються до Консультативного комітету. Комітет надає вказівки і поради Генеральному директору відповідно до встановленої компетенції, зокрема щодо підписання угод про суспільні служби зв'язку з постачальниками ГМСЗБ (будь-яка організація, визнана ІМО, яка шляхом системи рухомого супутникового зв'язку забезпечує служби для ГМСЗБ), розглядає щорічні фінансові звіти IMSO і надає зауваження по ним Генеральному директору тощо. Генеральний директор представляє IMSO на засіданнях ІМО, що стосуються

Конвенції СОЛАС-74, включаючи ГМСЗБ, інших міжнародних організаціях і органах (зокрема ІКАО) з питань, що стосуються діяльності організації; скликає та організує сесії Асамблеї, визначає штатну структуру персоналу Директорату та управляє роботою Директорату; перевіряє на регулярній основі діяльність постачальників для забезпечення виконання їх зобов'язань згідно угод про суспільні служби; перевіряє функціонування системи ЛРІТ і надає щорічні доповіді про перевірки Комітету з безпеки на морі (ІМО) тощо.

Станом на листопад 2018 р. членами ІМСО є 104 держави, в т.ч. Україна з 16 липня 1979 р. Офіційними мовами ІМСО є англійська, іспанська, російська та французька. Робочою мовою – англійська. Місцеперебування – м. Лондон (Велика Британія).

В Україні розроблено Концепцію реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року, яка включає напрями її втілення у суспільне життя: забезпечення розвитку космічних технологій та їх інтеграції до реального сектору національної економіки і сфери національної безпеки та оборони; одержання нових знань, підвищення науково-технічного потенціалу держави та освітнього рівня її громадян; удосконалення ракетно-космічної техніки та технологій її створення; реалізація ефективної промислової політики та модернізація виробництва; забезпечення комерціалізації космічної діяльності; поглиблення міжнародного співробітництва у сфері космічної діяльності. Реалізація згаданої Концепції, зокрема, передбачає надання послуг супутникового зв'язку та ретрансляції даних, координатно-часового та навігаційного забезпечення, здійснення контролю та проведення аналізу космічної обстановки; гарантоване і оперативне надання інформації, отриманої від супутників дистанційного зондування тощо. Передбачено створення національної системи геоінформаційного забезпечення та проведення моніторингу надзвичайних ситуацій як складової частини європейської (GMES) і світової (GEOSS) систем та забезпечення експлуатації її інформаційних сервісів заінтересованими користувачами. Тому досвід діяльності ІМСО для України дуже цікавий, вивчення сучасної практики цієї міжнародної організації розкриє світові тенденції розвитку у сфері супутникового зв'язку.

Висновки. Міжнародна організація рухомого супутникового зв'язку (International Mobile Satellite Organization) – міжнародна урядова організація, що здійснює нагляд за виконанням постачальниками зобов'язань щодо суспільних служб зв'язку в сфері доступності супутникового зв'язку для безпеки та охорони життя людини на морі відповідно до вимог, встановлених Міжнародною морською організацією (ІМО). Створення та діяльність ІМСО підтверджує, що космічний простір повинен бути надбанням усього людства та використовуватися в мирних цілях і в інтересах підтримки міжнародного миру та безпеки (у тому числі й безпеки людини) як це передбачено нормами міжнародного права, включаючи Статут ООН.

REFERENCES

1. IMSO Convention. <https://imso.org/wp-content/uploads/2019/08/E.IMSO-CONVENTION.pdf>
2. The International Mobile Satellite Organization (IMSO). <https://imso.org/>
3. Doyle S. (1977). INMARSAT: International Maritime Satellite Organization: Origins and Structures. 5 J. Space L. 45.
4. Конвенція про організацію морського супутникового зв'язку (ІНМАРСАТ) від 03.09.1976. Взято з http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_017
5. Про схвалення концепції державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 р.: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.03.2011 № 238-р. Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/238-2011-%D1%80#Text>
6. Лукьянова А.В. (2008). От Международной организации морской спутниковой связи (ИНМАРСАТ) к Международной организации подвижной спутниковой связи (ИМСО). *Московский журнал международного права*, 4.

Dmytrychenko I.V.

The International Mobile Satellite Organization: organizational and legal background of activity.

Annotation: The organizational and legal background of activity of the International Mobile Satellite Organization has been investigated.

Key words: maritime safety; maritime communications; search and rescue measures; space segment.

УДК 349.245

ДО ПИТАННЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РОБОТИ В УКРАЇНІ

Джулай Галина Григорівна,
старший викладач кафедри теорії та історії держави і права,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, м. Миколаїв,
orcid.org 0000-0003-1001-2374

Анотація. Розглянуто поняття й сутність «дистанційна (надомна) робота». Проаналізовано правові аспекти механізму регулювання дистанційної (надомної) роботи.

Ключові слова: трудові відносини; трудовий договір; дистанційна робота; надомна робота; дистанційний працівник; роботодавець; карантин; дистанційний режим роботи.

«Якщо ви роботодавець і шукаєте людей тільки у своєму регіоні – ризикуєте не знайти найкращих, якщо ви співробітник і обираєте тільки ті компанії, до яких легше дістатися, – пропустите кращу роботу»

Джейсон Фрайда і Девід Хайнемаєр

Праця є свідомою, вольовою діяльністю людей, спрямованою на створення матеріальних і духовних благ [1].

Стаття 43 Конституції України передбачає кожному право на працю шляхом встановлення рівних можливостей для працевлаштування за вільним вибором. Конституція України не передбачає обов'язок працювати, громадяни мають змогу самі обирати види і тривалість своєї трудової зайнятості та своєю працею заробляти собі на життя [2].

Забезпечення прав громадян в трудових відносинах повинні посідати одне з пріоритетних місць у житті держави і суспільства.

Динамічний соціально-економічний прогрес має базуватися передусім на розвитку та ефективному використанні найціннішого ресурсу сьогодення – трудового потенціалу суспільства – та посиленні його інноваційної активності [3].

Стрімкий розвиток цифрових технологій в останні кілька десятиліть зумовив появу та розповсюдження у всьому світі нестандартних форм організації процесу праці, зокрема, віддаленої роботи або, як її ще називають, надомної праці, телепраці чи дистанційної праці. Велика кількість компаній, в тій чи іншій мірі, користуються перевагами цієї форми та активно практикують її використання серед своїх співробітників, які протягом повного робочого дня або частково можуть працювати із дому чи деінде, поза офісом. В останні ж місяці пандемія коронавірусу змусила працювати мільйони людей дистанційно по всьому світу і одночасно оголила проблеми, пов'язані з недостатністю чи, навіть, повною відсутністю законодавчої регламентації цієї форми організації роботи [5].

В результаті розвитку науково-технічного прогресу та розширення ринку праці, в тому числі і в рамках міжнародного співробітництва, набуло актуальності таке явище як дистанційна робота [3].

Дистанційна робота стає все більш популярною і серед працівників і серед роботодавців. Такий підхід дозволяє повною мірою реалізувати свій потенціал.

На шлях дистанційної праці стають в більшості представники гуманітарних і творчих професій – перекладачі, журналісти, дизайнери, фотографи, музиканти. В той же час, немало представників й інших спеціальностей, таких як, системні адміністратори, програмісти та багато інших [3].

Кількість людей, що працюють вдома, росте сьогодні в усьому світі. Підприємства розвинутих країн масово впроваджують дистанційну зайнятість [3].

Сьогодні поняття «дистанційна робота» міцно увійшло в повсякденну практику і в Україні.

Однак, законодавство України не оперує достатнім правовим поняттям «дистанційна робота». Тому, тематика залучення дистанційного працівника до роботи надзвичайно актуальна. Актуальність даного питання пояснюється неоднозначним розумінням працівниками, а подекуди і роботодавцями, поняття трудового договору про дистанційну роботу та правильності застосування дійового трудового законодавства в регулюванні праці дистанційних працівників.

На міжнародному рівні сьогодні існує Конвенція Міжнародної організації праці про надомну працю № 177, яка, незважаючи на її назву, по суті, стосується будь-якої роботи поза приміщенням роботодавця, та однойменна Рекомендація № 184, ухвалені в 1996 році. Конвенція передбачає термін «надомна праця». Так,

стаття 1 наголошує, що термін «надомна праця» означає роботу, яку особа, що називається надомником, виконує:

- за місцем її проживання або в інших приміщеннях за її вибором, але не у виробничих приміщеннях роботодавця;
- за винагороду;
- з метою виробництва товарів або послуг, згідно з вказівками роботодавця, незалежно від того, хто надає обладнання, матеріали або інші ресурси, що використовуються [6]. Однак Україна Конвенцію № 177 не ратифікувала.

Тому, єдиним актом в Україні, що регулює подібні відносини, можна було вважати «Положення про умови праці надомників», затверджене Постановою Держкомпраці СРСР від 29 вересня 1981 №275/ 17-99.

Відповідно до Положення надомниками вважаються особи, що уклали трудовий договір з об'єднанням, комбінатом, підприємством, установою, організацією про виконання роботи вдома особистою працею з матеріалів і з використанням знарядь і засобів праці, що надаються підприємством або придбаних за рахунок цього підприємства. Адміністрація може дозволяти надомникам виготовляти вироби для підприємства із власних матеріалів і з використанням особистих механізмів і інструментів. Перелік видів власних матеріалів і кількість виробів, що виготовляються з них, а також порядок надання сировини й матеріалів визначаються в галузевій інструкції [7].

Трудовий договір з надомниками укладається, як правило, у письмовій формі. В ньому мають бути викладені як основні, так і додаткові умови, що визначають взаємні обов'язки сторін. Прийняття на роботу надомника оформляється наказом (розпорядженням) роботодавця. Це своєрідний вид трудового договору при виконання роботи вдома, особистою працею, з матеріалів і з використанням знарядь і засобів праці, виділених підприємством або придбаних за рахунок його коштів. Виходячи із вищезазначеного, до власних інструментів і механізмів можна віднести офісні меблі, комп'ютери, принтери та інше, які є власністю працівника, з яким укладено трудовий договір про надомну роботу. Це питання має бути вирішено при укладенні трудового договору про надомну роботу.

На необхідності легалізації дистанційної праці в Україні представники юридичної науки й практики наголошували вже багато років.

Слід погодитися з думкою Я. Сімутіної, що «все це довго могло б залишатися на рівні наукових пропозицій, якби не запровадження в нашій державі суворих карантинних заходів, основні з яких – вимога залишатися вдома та працювати дистанційно. З практичним втіленням останньої вимоги виникла проблема, зумовлена відсутністю у чинному законодавстві відповідних правових норм, що змусило законодавця в терміновому порядку вносити зміни до чинного Кодексу законів про працю України з метою спрямувати відносини щодо дистанційної форми організації роботи в правове русло» [5].

Слід зазначити, що трудове законодавство радянського зразка є нездатним регулювати трудові відносини в умовах карантину, запровадженого в Україні.

Як відомо, законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України, спрямованих на забезпечення додаткових соціальних та економічних гарантій у зв'язку з поширенням коронавірусної хвороби (COVID-19)» № 540-IX від 30 березня 2020 року (набрав чинності 2 квітня 2020 року) встановлено нові засади регламентації окремих форм праці, які можливо застосовувати під час карантину.

Аналіз відповідних змін до Кодексу законів про працю України (далі – КЗпПУ) показує, що всі визначені строки, продовжуються на строк дії карантину.

Так, статтю 21 КЗпПУ викладено у новій редакції, а саме: «трудовий договір є угодою між працівником і власником підприємства, установи, організації або уповноважений ним органом чи фізичною особою, за якою працівник зобов'язується виконувати роботу, а власник підприємства, організації або уповноважений ним орган чи фізична особа зобов'язується виплачувати працівникові заробітну плату і забезпечувати умови праці, необхідні для виконання роботи передбачені законодавством про працю, колективним договором і угодою» [4]. Таким чином, з тексту ст. 21 ч. 1 виключили фразу «визначену цією угодою, з підляганням внутрішньому трудовому розпорядкові». Виходячи з вищезазначеного можна зробити висновки, що відтепер працівник не буде зобов'язаним дотримуватись внутрішнього розпорядку та виконувати роботу, яка чітко визначена трудовою угодою. Крім того, на практиці може виникати більше непорозумінь, плутанини між поняттям «трудовий договір» чи «трудова угода (цивільний договір)». Критерій «якщо працівник підпорядковується правилам внутрішнього трудового розпорядку – то це є трудові відносини», тепер відпав.

Відповідно до статті 24 КЗпПУ трудовий договір про дистанційну (надомну) роботу повинен обов'язково укладатися в письмовій формі [4].

Заслугує уваги і стаття 60 КЗпПУ. Так, за погодженням між працівником і власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом для працівника може встановлюватися гнучкий режим робочого часу на визначений строк або безстроково як при прийнятті на роботу, так і згодом [4].

А на час загрози поширення епідемії, пандемії та/або на час загрози військового, техногенного, природного чи іншого характеру умова про дистанційну (надомну) роботу та гнучкий режим робочого часу може встановлюватися у наказі (розпорядженні) власника або уповноваженого ним органу без обов'язкового укладення у письмовій формі трудового договору про дистанційну (надомну) роботу.

Гнучкий режим робочого часу – це форма організації праці, якою допускається встановлення режиму роботи, що є відмінним від визначеного правилами внутрішнього трудового розпорядку, за умови дотримання встановленої денної, тижневої чи на певний обліковий період (два тижні, місяць тощо) норми тривалості робочого часу.

Гнучкий режим робочого часу може передбачити:

- 1) фіксований час, протягом якого працівник обов'язково повинен бути присутнім на робочому місці та виконувати свої посадові обов'язки; при цьому може передбачатися поділ робочого дня на частини;
- 2) змінний час, протягом якого працівник на власний розсуд визначає періоди роботи в межах встановленої норми тривалості робочого часу;
- 3) час перерви для відпочинку і харчування.

Застосування гнучкого режиму робочого часу не тягне за собою змін в нормуванні, оплаті праці та не впливає на обсяг трудових прав працівників.

Стаття 60 КЗпПУ в новій редакції передбачає поняття дистанційної (надомної) роботи, як форми організації праці, коли робота виконується працівником за місцем його проживання чи в іншому місці за його вибором, у тому числі за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, але поза приміщенням роботодавця [4].

Законодавство дає право працівнику самостійно обирати місце для виконання роботи та не містить особливих вимог до нього.

В той же час, при запровадженні дистанційної роботи мають бути обумовлені умови, що визначають взаємні обов'язки сторін. Сторони трудового договору мають самостійно домовитися про систему оплати праці (почасову чи відрядну), строки виконання робіт, способи контролю за виконанням, питання охорони праці, відповідальності сторін тощо.

Статтею 125 КЗпПУ передбачено, що працівники, які використовують свої інструменти для потреб підприємства, установи, організації, мають право на одержання компенсації за їх зношування (амортизацію). Розмір і порядок виплати цієї компенсації визначаються роботодавцем за погодженням із працівником. Також можна домовитись про компенсацію витрат за використання електроенергії та води, зв'язку та обслуговування обладнання тощо [4].

При дистанційній роботі працівники розподіляють робочий час на свій розсуд, правила внутрішнього трудового розпорядку на них не поширюються і оплата праці здійснюється за фактично виконану роботу. Але роботодавцю необхідно забезпечити облік виконаної роботи з використанням будь-яких методів обліку, щодо яких сторони дійшли згоди.

При проведенні оплати за виконану роботу мають бути дотримані норми статті 115 КЗпПУ щодо виплати заробітної плати не рідше двох разів на місяць через проміжок часу, що не перевищує шістнадцяти календарних днів, та не пізніше семи днів після закінчення періоду, за який здійснюється виплата [4].

Тривалість робочого часу «дистанційних працівників» не може перевищувати норм, передбачених статтями 50 і 51 КЗпПУ (не більше 40 годин на тиждень) [4].

Отже, на дистанційних працівників в повній мірі поширюється законодавство про працю з урахуванням специфіки та особливостей застосування дистанційного режиму роботи, які обумовлюються у трудовому договорі.

Виконання дистанційної (надомної) роботи не тягне за собою будь-яких обмежень обсягу трудових прав працівників. Тобто при дистанційній роботі посаду та зарплату роботодавці повинні зберігати. Звільнення у зв'язку з карантинним законодавством не передбачено.

Таким чином, карантин ввів значні корективи в умови, в яких відбуваються трудові відносини між працівником та роботодавцем. В останні місяці пандемія коронавірусу змусила працювати мільйони людей дистанційно, й одночасно оголила проблеми, пов'язані із недостатністю законодавчої регламентації цієї форми занятості.

Список літератури

1. Бойко. М. Д. Трудове право України. Навч. посіб. – 3-тє вид. перероб та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 392 с.
2. Конституція України: закон України від 28 червня 1996 р. № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Середа, О. Г. Деякі аспекти впровадження регулювання дистанційної роботи в сучасному законодавстві // Актуальні проблеми юридичної науки на шляху сучасної розбудови держави і суспільства : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 5-7 червня 2014 р. / Ред. кол.: В. С. Венедіктов, А. М. Куліш, М. М. Бурбика; За ред.: В. С. Венедіктова, А. М. Куліша. – Суми : СумДУ, 2014. – С. 245-248. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/retrieve/79829/legislation.pdf>
4. Кодекс законів про працю України: закон України від 10.12.1971 р. № 322-08. Редакція від 02.04.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>
5. Сімутіна Я. Дистанційна праця в умовах карантину: спроба правового врегулювання // Інтернет-видання «Судово-юридична газета». – 5 травня 2020 р. URL: <https://sud.ua/ru/news/blog/166599-distsiynna-pratsya-v-umovakh-karantynu-sproba-pravovogo-vregulyuvannya>
6. Конвенція про надомну працю № 177 (укр/рос): Міжнародний документ. Ратифікація Україною не відбулася. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_327#Text
7. Про умови праці надомників : положення, затверджене Постановою Державного СРСР з праці та соціальних питань СРСР від 29.10.1981 № 275/17-99. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0275400-81#Text>
8. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України, спрямованих на забезпечення додаткових соціальних та економічних гарантій у зв'язку з поширенням корона вірусної хвороби (COVID-19) : Закон України від 30.03.2020 р. № 540-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/540-20#Text>

Dzhulai Halyna

On the issue of legal regulation of telework in Ukraine

Annotation. The concept and essence of "remote (home) work" are considered. The legal aspects of the mechanism of regulation of remote (home) work are analyzed.

Keywords: labor relations; employment contract; remote work; home work; remote worker; employer; quarantine; remote operation.

УДК 341.96:347.44:340.141(043.3)

РОЛЬ ПРИНЦИПІВ УНІДРУА ПРИ УКЛАДАННІ МІЖНАРОДНИХ КОМЕРЦІЙНИХ КОНТРАКТІВ

Ломжець Юлія Вікторівна,

кандидат політичних наук, доцент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв

ylomzhets@gmail.com

Колесниченко Анна,

магістрантка спеціальності 081 Право,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв

anya.kolesnichenko.99@mail.ru

Автори аналізують природу принципів міжнародних комерційних договорів УНІДРУА та їх вплив на розвиток lex mercatoria. Розглядають структуру Принципів та умови їх застосування.

Ключові слова: lex mercatoria, Принципи УНІДРУА, міжнародний торговий звичай, транснаціональне комерційне право, загальні принципи права.

Міжнародні комерційні контракти - центральний інститут міжнародного приватного права (МПП). Обсяг норм, що регулюють порядок укладення, дії та виконання таких контрактів, дозволяє припустити: в рамках міжнародного приватного права формується особлива підгалузь - міжнародне торгове право (lex mercatoria). Хоча ця підгалузь має свій окремий (і, звичайно, більш вузький порівняно з МПП) предмет, методи правового

регулювання залишаються загальними для всіх галузей МПП, приймаючи форму колізійно-правового та матеріально-правового регулювання. Те саме можна сказати і щодо джерел міжнародного торгового права, які об'єднують національне законодавство, а також міжнародні договори і звичаї, що є характерним і для МПП в цілому.

Вивчення сучасного *lex mercatoria* неможливо без розгляду практики застосування документів, що його складають, в тому числі писаних уніфікованих правил і принципів.

В контексті одного з найбільш важливих питань права міжнародної торгівлі, а саме створення єдиних правил здійснення міжнародної комерційної діяльності, особливе значення займає питання про роль такого зібрання однакових правил міжнародної торгівлі, як Принципи міжнародних комерційних договорів УНІДРУА (далі - Принципи УНІДРУА) [2, с. 13].

Принципи УНІДРУА - одна з найбільш відомих і авторитетних збірок уніфікованих правил міжнародної торгівлі в даний час.

Будучи недержавної кодифікацією, розробленою авторитетною міжурядовою організацією з урахуванням міжнародного досвіду зі створення уніфікованих інструментів регулювання міжнародних комерційних відносин, Принципи УНІДРУА відображають абсолютно новий підхід до уніфікації приватноправових відносин, так як не є безпосередньо ні правилами, що узгоджуються сторонами міжнародного комерційного договору, ні міжнародною конвенцією, що вимагає ратифікації держав [1, с. 207].

Принципи УНІДРУА є зібранням загальних норм для міжнародних комерційних договорів, яке може бути розділене на дві частини: 1) що містить загальні норми, придатні для регулювання будь-яких міжнародних комерційних відносин (як то: «свобода договору» (ст. 1.1.), «сумлінність і чесна ділова практика» (ст. 1.7.), «звичаї і практика» (ст. 1.9.); 2) що містить норми, присвячені порядку укладання договору, його виконання, дійсності, наслідки невиконання договору, відступлення прав за договором, позовній давності [3, с.7].

Принципи складаються з Преамбули та 119 статей, поділених на 7 розділів: 1."Загальні положення"; 2."Укладення договору"; 3."Дійсність"; 4."Тлумачення"; 5."Зміст"; 6."Виконання" (підрозділи 6.1. "Загальні положення про виконання" та 6.2. "Утруднення"); 7."Невиконання" (підрозділи 7.1 ."Загальні положення", 7.2."Право на виконання", 7.3."Припинення", 7.4."Збитки"). Нормативний текст кожної статті супроводжує коментар, що детально роз'яснює її зміст та ілюстрації, (прикладі розв'язання конкретних ситуацій відповідно до нормативних положень).

Аналіз положень Принципів УНІДРУА дозволяє визначити такі ґрунтовні ідеї.

Принцип свободи договору втілено у трьох аспектах: як 1) свободу укласти договір 2) у будь-якій формі та 3) визначити його зміст. Принцип *pacta sunt servanda* нерозривно пов'язаний з принципом свободи договору – добровільне узгодження воľ повинно бути втілене у реальність із тим, щоб були виправдані очікування, які існували на момент укладення договору. Відповідно до принципу повної компенсації будь-яке невиконання надає потерпілій стороні право на повне відшкодування збитків (прямої шкоди, нестриманого прибутку, процентів та моральної шкоди), визначених "з розумним ступенем достовірності". Ці принципи є елементарними, бо вони не обмежують одне одного та складають основу будь-якого розвиненого договірних права [4].

Принципи включають як загальні положення, так і положення, що стосуються укладення контракту, його дійсності, тлумачення, виконання. Виділено, наприклад, такі важливі питання, як права сторони, за яку не виконано зобов'язання, припинення контракту, збитки і порядок їх відшкодування.

До загальних положень відносяться: 1) свобода сторін вступати в договір і визначати його умови; 2) необов'язковість письмової форми укладання договору і можливість доведення факту його укладення будь-яким способом, включаючи показання свідків; 3) обов'язковість договору і можливість його зміни або припинення тільки відповідно до його умовами або за угодою сторін; 4) перевага імперативних норм застосовного права (національного міжнародного, наднаціонального) перед положеннями Принципів; 5) право сторін, крім прямо обумовлених в Принципах випадків, виключити застосування Принципів, відступити від будь-яких положень або змінити їх дію; 6) облік при тлумаченні Принципів їх міжнародного характеру і їх цілей, включаючи досягнення однаковості в застосуванні; 7) вирішення питань, прямо не дозволених в Принципах, в тій мірі, в якій це можливо, відповідно до вираженими в них загальними підходами; 8) обов'язковість для сторін діяти сумлінно і відповідно до стандартів чесної ділової практики в міжнародній торгівлі; 9) зв'язаність сторін будь-яким звичаєм, щодо якого вони домовилися, і будь-який практикою, яку вони прийняли в своїх взаємних відносинах, а також і будь-яким звичаєм, який широко відомий і постійно дотримується сторонами в міжнародному обороті у відповідній галузі торгівлі, за винятком випадків, коли застосування такого звичаю було б нерозумним; 10) порядок повідомлення сторонами один одного в ситуаціях, коли потрібні подібні повідомлення.

Принципи УНІДРУА можуть застосовуватися, коли контрагенти дійдуть згоди щодо регламентації зобов'язальних правовідносин «загальними принципами права» (General principles of Law), «lex mercatoria», залученням до тексту контракту таких положень, як, наприклад, посилання на «звичаї міжнародної торгівлі» (usages & customs of international trade) або аналогічними положеннями [5, с. 176].

Принципи УНІДРУА можуть застосовуватися і для вирішення питання, яке виникає у випадку, коли не є можливим визначити норму, яка підлягає застосуванню.

Крім того, зазначені Принципи можуть бути використані для тлумачення міжнародних уніфікованих правових документів та слугувати в якості моделі для національного законодавства.

Переважно Принципи УНІДРУА відображають концепції, які можна знайти якщо не у всіх, то в більшій частині правових систем. Однак, оскільки Принципи спрямовані на забезпечення системи норм, спеціально пристосованих до потреб міжнародних комерційних угод, вони включають в себе також те, що імовірно є найкращим рішенням, навіть якщо воно ще не стало загальноприйнятим. Мета Принципів - встановлення збалансованого зводу норм, призначених для використання у всьому світі незалежно від правових традицій, а також економічних і політичних умов держав, де вони будуть застосовуватися. Це відображено як у формі їх викладення, так і в загальній політиці, що лежить в їх основі. Що стосується форми викладення, то в Принципах УНІДРУА навмисно зведено до мінімуму використання термінології, властивої будь-якій одній правовій системі. Міжнародний характер Принципів підкреслюється тим, що супроводжуючі кожне їх положення коментарі не містять посилань на національне право. Тільки в тих випадках, коли норма запозичена з Віденської конвенції ООН 1980 р. дається пряме посилання на джерело. За своїм змістом Принципи досить гнучкі для того, щоб врахувати постійні зміни, що відбуваються в результаті розвитку технології і зачіпають практику міжнародної торгівлі. У той же час Принципи намагаються забезпечити чесність у міжнародних комерційних відносинах шляхом прямого формулювання загального обов'язку сторін діяти відповідно до сумлінної і чесної ділової практики, з встановленням в окремих випадках стандартів розумної поведінки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Монахов А.Б., Конкина Ю. А. Роль принципов международных коммерческих договоров УНИДРУА в регулировании международных коммерческих отношений // Вестник РГУ им. И. Канта. 2008. Вып. 9. Экономические и юридические науки. С. 13—18
2. Вилкова, Н. Г. Договорное право в международном обороте / Н. Г. Вилкова. -М.: Статут, 2002. - 510 с.
3. Принципы международных коммерческих договоров УНИДРУА 2004 / пер. с англ. А. С. Комарова. М.: Статут, 2006. С. 4—6.
4. Смітюх А. В. Принципи міжнародних комерційних договорів УНІДРУА та lex mercatoria в контексті міжнародного приватного права: Дис... канд. юрид. наук:12.00.03 /Одеський національний ун-т ім. І.І.Мечникова. – О., 2003. – 215 с.
5. Федченко Д. Принципи УНІДРУА, як збірник уніфікованих норм законодавства у галузі договірних відносин // Актуальні проблеми міжнародних відносин. Випуск 98 (Частина І), 2011 – С. 176-177

Lomzhets Yuliya

THE ROLE OF PRINCIPLES UNIDROIT UNDER THE CONCLUSION OF THE INTERNATIONALCOMMERCIAL CONTRACTS

The authors analyze the nature of the principles of UNIDROIT international commercial agreements and their impact on the development of the lex mercatoria. Consider the structure of the Principles and the conditions of their application.

Key words: lex mercatoria, UNIDROIT Principles, international commercial usage, Transnational Commercial Law, general principles of law

УДК 330.341

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ

Мірай Н.Б. канд. екон. наук, доцент

Первомайська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Первомайськ
nataliamihai@ukr.net

Анотація. Досліджено основні проблеми правового забезпечення інноваційних процесів в Україні у сучасних умовах господарювання. Обґрунтовано необхідність комплексного підходу для здійснення виваженої державної інноваційної політики та формування механізмів взаємоузгодження законодавчих та нормативних документів у сфері інновацій.

Ключові слова: правове забезпечення, інноваційні процеси, державне регулювання

Вступна частина. Сучасні умови господарювання вимагають особливої уваги до забезпечення інноваційних процесів на рівні регіонів зокрема та країни в цілому.

За весь час незалежності України, ведуться дискусії на державному, науковому, прикладному рівнях про необхідність обрання ефективної національної інноваційної моделі розвитку. При цьому, звертає на себе увагу факт необхідності збалансованого розвитку всіх ланок національної економіки. Існують проблеми недосконалості законодавства та невідповідності пріоритетів інноваційної діяльності з пріоритетами структурної перебудови економіки і зовнішньоекономічної діяльності.

Велика кількість науковців здійснюють дослідження у даній сфері, серед них Геєць В., Готра В.В., Бережанський М.М., Дегтяр А.О., Ревуцький С., Яковлев А.І. та багато інших. Напрацьовано значний обсяг наукових матеріалів, вивчено досвід зарубіжних країн, створено більше 200 нормативно-правових документів, які регулюють відносини у науково-технічній та інноваційній сферах діяльності. Проте, сьогодні все ж існують проблеми невиконання, узгодження та дієвості законодавчої бази, інструментів регулювання інноваційних процесів на різних рівнях.

Виходячи із вище зазначеного, **метою роботи є** дослідження правових проблем забезпечення інноваційних процесів в Україні та визначення пріоритетних шляхів їх вирішення.

Основна частина. Концептуальні правові передумови забезпечення інноваційної діяльності закладені в Конституції України. Стаття 54 гарантує громадянам України свободу літературної, художньої, наукової і технічної творчості, захист інтелектуальної власності, їхніх авторських прав, моральних і матеріальних інтересів, що виникають у зв'язку з різними видами інтелектуальної діяльності [1].

Згідно зі ст. 329 Господарського Кодексу України, держава надає: – гарантії суб'єктам інноваційної діяльності; – підтримку інноваційним програмам і проектам, спрямованим на реалізацію економічної та соціальної політики держави; – підтримку при створенні та в розвитку суб'єктів інфраструктури інноваційної діяльності; – охорону та захист прав інтелектуальної власності, захист від недобросовісної конкуренції у сфері інноваційної діяльності; – вільний доступ до інформації про пріоритети державної економічної та соціальної політики, про інноваційні потреби та результати науково-технічної діяльності, крім випадків, передбачених законом; – підтримку щодо підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів у сфері здійснення інноваційної діяльності [2].

На теперішній час основними законодавчими та нормативними актами, що регулюють діяльність у сфері науки та інновацій є Закони України: «Про спеціальний режим інноваційної діяльності технологічних парків» (1999 р.), «Про інноваційну діяльність» (2002 р.), «Про Загальнодержавну комплексну програму розвитку високих наукоємних технологій» (2004 р.), «Про державне регулювання у сфері трансферу технологій» (2004 р.), «Про науковий парк «Київська політехніка» (2006 р.), «Про наукові парки» (2009 р.), «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» (2011 р.), «Про науково-технічну інформацію» (1993 р.), «Про наукову і науково-технічну експертизу» (1995 р.), «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (2001 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015 р.). Крім вказаних законів, існує велика кількість Указів Президента, підзаконних актів у формі постанов уряду, наказів центральних органів виконавчої влади тощо. Така значна кількість регулюючих документів призводить до того, що вони не підсилюють один одного, а навпаки, відчувається розірваність системи управління науково-технічною діяльністю та інноваційними процесами, а іноді і блокування їх на певному етапі розвитку.

Вважаємо, що нормативно-правова база має бути узгоджена з іншими інститутами господарського законодавства, які забезпечують сприятливі умови для розвитку інноваційних процесів в країні, а саме з

податковим, антимонопольним, соціальним законодавством, нормативними документами регіонального та місцевого рівня.

Основними проблемами у сфері правового забезпечення інноваційних процесів є:

- невиконання положень законодавства;
- відсутність власне довгострокових програм розвитку національної економіки, заснованої на інноваціях, для реалізації яких потрібно ухвалення тих чи інших актів у науково-технічній сфері;
- несистемність законодавства. Закони щодо наукової та науково-технічної діяльності, інноваційної діяльності, передачі технологій слабко пов'язані один з одним. Ухвалення науково-технічних програм різного рівня (горизонтального та галузевого) здійснюється в різний час, не передбачено їхню взаємодію;
- відсутність механізмів виконання пріоритетів науково-технічної та інноваційної діяльності;
- зорієнтованість процедури відбору проектів, проведення експертизи та їх фінансування на органи виконавчої влади, яким притаманна ускладнена довготривала процедура прийняття рішень та відсутність ефективних антикорупційних механізмів;
- відсутність комплексного застосування механізмів державного впливу (фінансових, кредитних, податкових тощо) для досягнення тих чи інших пріоритетів;
- призупинення та відміна механізмів підтримки науково-технічної діяльності;
- відсутність скоординованої діяльності органів виконавчої влади, спрямованої на інноваційний розвиток країни [3].

Інноваційне середовище кожної країни має свої особливості, тому що кожна країна перебуває на певну рівні розвитку, рівні технологій, рівні освіти, рівні інноваційної активності тощо.

Країни, що мають високий рівень розвитку відпрацювали досить чіткі механізми адміністративного, економічного правового регулювання інноваційних процесів, засновані на таких принципах:

- галузевий і предметно-тематичний підхід держави до визначення того, що вважати інноваціями, які види досягнень науково-технічного, технологічного прогресу повинні розглядатися як ключові на даний період;
- законодавчо закріплена економічна і політична підтримка інновацій з боку влади;
- автоматичне включення заходів державної підтримки інновацій за формальними підставами і незалежно від волі державних чиновників [4].

Виходячи із закордонного досвіду формування правового середовища інноваційної діяльності в Україні, повинен бути комплексний підхід. Країна, в першу чергу, повинна мати чітко побудовану інноваційну стратегію розвитку, а формована нормативно-правова база має стати підґрунтям для реалізації стратегії та здійснення вираженої державної інноваційної політики як комплексу економічних, організаційних, адміністративних засобів державного регулювання економіки, що знаходять відображення в праві, а також правових засобах державного регулювання економіки.

На нашу думку, створення правового середовища передбачає наявність спеціального законодавства та послідовну правоохоронну діяльність, що дозволяють встановити баланс між учасниками інноваційної діяльності, державою і визначити сумісність інноваційного потенціалу підприємств із внутрішніми та зовнішніми умовами функціонування (табл. 1)

Таблиця 1. Сумісність інноваційного потенціалу підприємств із внутрішніми та зовнішніми умовами функціонування

Об'єкт сумісництва	Перелік характеристик, використовуваних для встановлення сумісності
Держава	1. Економічна система країни. 2. Рівень розвитку та характеристика економічних відносин. 3. Система державного (правового) регулювання. 4. Ступінь свободи підприємства в управлінні сферами діяльності
Зовнішнє середовище	1. Стан ринку інноваційної продукції. 2. Наявність та характер конкуренції на ринку. 3. Ступінь доступності предметів матеріально-технічного забезпечення. 4. Ступінь стабільності умов матеріально-технічного

	постачання на сьогодні та в перспективі. 5. Фактори та засоби інноваційного розвитку підприємства. 6. Стан ринку праці та вікова структура науковців. 7. Можливості забезпечення підвищення кваліфікації персоналу.
Внутрішнє середовище (об'єкт управління підприємства)	1. Організаційно-правова та функціональна форма. 2. Динаміка розвитку 3. Тип підприємства.

Висновки. Необхідно констатувати, що існуюча нормативно-правова база не сприяє вирішенню проблем інноваційного розвитку, швидкій та ефективній реалізації інноваційних проектів. Існуючі можливості для створення національної інноваційної системи не використовуються. На загальнодержавному рівні мають бути розроблені чіткі механізми взаємоузгодження законодавчих та нормативних документів, формуванню інноваційної інфраструктури, розвитку інноваційного підприємництва та прикладних механізмів реалізації забезпечення інноваційного розвитку національної економіки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Конституція України від 28 червня 1996 року // Відомості Верховної Ради. – 1996. – № 30. – Ст. 141.
2. Господарський кодекс України // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 12. ст. 329
3. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / за заг. ред. В.М. Гейця та ін. ; НАН України. – К., 2015. – 336 с.
4. Мягкова О.В. (2012) Закордонний досвід державного регулювання науково-технічної та інноваційної діяльності // Сучасні питання економіки і права. - №2, С. 5-13
5. Рекомендації парламентських слухань на тему: «Національна інноваційна система: стан та законодавче забезпечення розвитку» <http://ua-ekonomist.com/archive/2018/3/rekom.pdf>
6. Дегтяр А. О., Крюков О. І. (2011). Правове забезпечення державного регулювання інновацій в Україні. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/db/2011-2/doc/1/01.pdf>.

Annotation

The main problems of legal support of innovation processes in Ukraine in modern economic conditions are investigated. The need for an integrated approach to the implementation of a balanced state innovation policy and the formation of mechanisms for the harmonization of legislative and regulatory documents in the field of innovation are justified.

Key words: legal support, innovation processes, state regulation

Секція. 13. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 627.2: 627.3:338.28

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ МОРСЬКОГО ПОРТУ

Харитонов Ю.М., д-р техн. наук, проф.¹, Івашук О. В.²

¹Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;²МСП «НІКА-ТЕРА»

¹Україна, м. Миколаїв; ²Україна, м. Миколаїв

¹ORCID –0000-0002-2425-1758; ² E-mail –oleg.ivashuk@nika-tera.com.ua

Анотація.

Визначені основні напрямки забезпечення безпечної діяльності портів. Проаналізовані основні нормативні документи, які відносяться до питань безпечної діяльності порту та діють на теперішній час в Україні. Розроблено узагальнений алгоритм формування плану охорони портових засобів. Наведено фрагмент імітаційного моделювання плану захисту порту.

Ключові слова: порт, безпечна діяльність порту, імітаційне моделювання

Актуальною проблемою транспортної галузі України слід вважати проблему вдосконалення структурно-параметричних показників морських та річкових портів шляхом модернізації та реконструкції їх портової інфраструктури, про що свідчать відповідні законодавчі та нормативно-правові документи [1,2].

Серед основних напрямків забезпечення вирішення вищезгаданої проблеми слід відзначити актуальне завдання, пов'язане із забезпеченням безпечної діяльності(БД) портів [3...5]. Вирішення цього завдання являє собою важливу науково-прикладну задачу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні основні завдання:

- дослідити основні характеристики морських портів України;
- виконати аналіз сучасних нормативно-правових документів, що регламентують

безпечну діяльність порту;

- визначити сучасні напрямки забезпечення БД портів, а також організаційні моделі та техніко-технологічні характеристики засобів охорони порту;
- розробити імітаційну модель формування БД порту;
- виконати дослідження ефективності моделі формування БД порту;
- підтвердити ефективність застосування методики формування БД порту.

Виконано аналіз основних нормативних документів, які відносяться до питань безпечної діяльності порту, а саме охорони суден та портових засобів, що діють на теперішній час в Україні, до яких слід віднести: «Спеціальні заходи з підсилення охорони на морі» Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року(глава XI-2); Кодекс ОСПЗ - Міжнародний кодекс з охорони суден і портових засобів;База даних IMO GISIS; Регламент (ЄС) № 725/2004 Європейського парламенту та Ради від 31.03.2004 про посилення безпеки суден та портових споруд; Директива 2005/65/ЄС Європейського парламенту та Ради від 26.10.2005 з підвищення безпеки портів; Постанова КМУ від 25.10.2017 № 1106 «Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони»; Розпорядження КМУ від 11.10.2017 № 747-р «Про схвалення Стратегії імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського та внутрішнього водного транспорту («дорожньої карти»); Наказ МІУ від 07.07.2015 № 256 «Про організацію діяльності з імплементації Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» та інші, який підтвердив актуальність дослідження.

На підставі проведених досліджень визначені основні напрямки забезпечення безпечної діяльності портів (рис.1.).

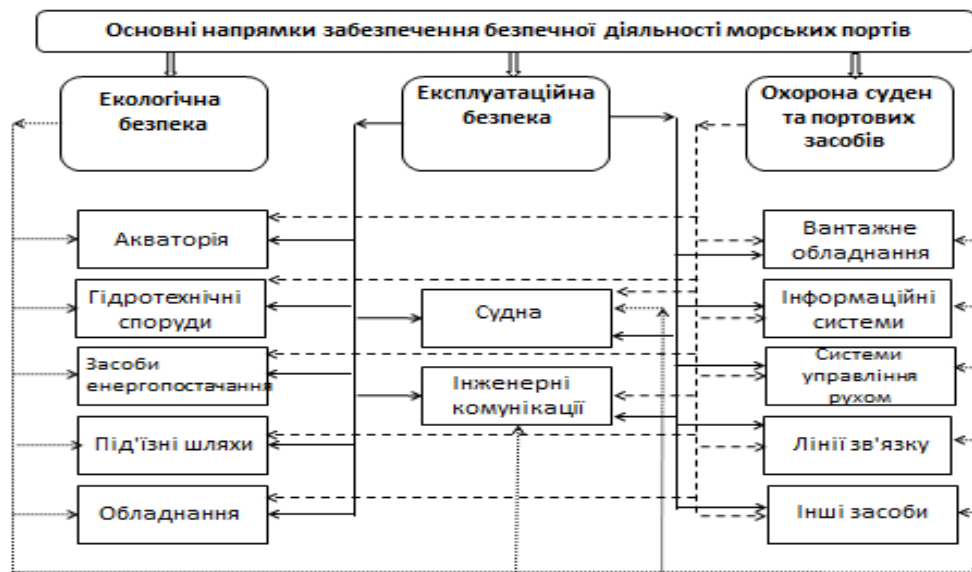


Рисунок 1 – Основні напрямки забезпечення безпечної діяльності морських портів:

..... – екологічна безпека; ----- – експлуатаційна безпека;

————— – охорона суден та портових засобів

З метою формування плану охорони портових засобів було розроблено алгоритм виконання завдань, які забезпечують його створення (рис.2).

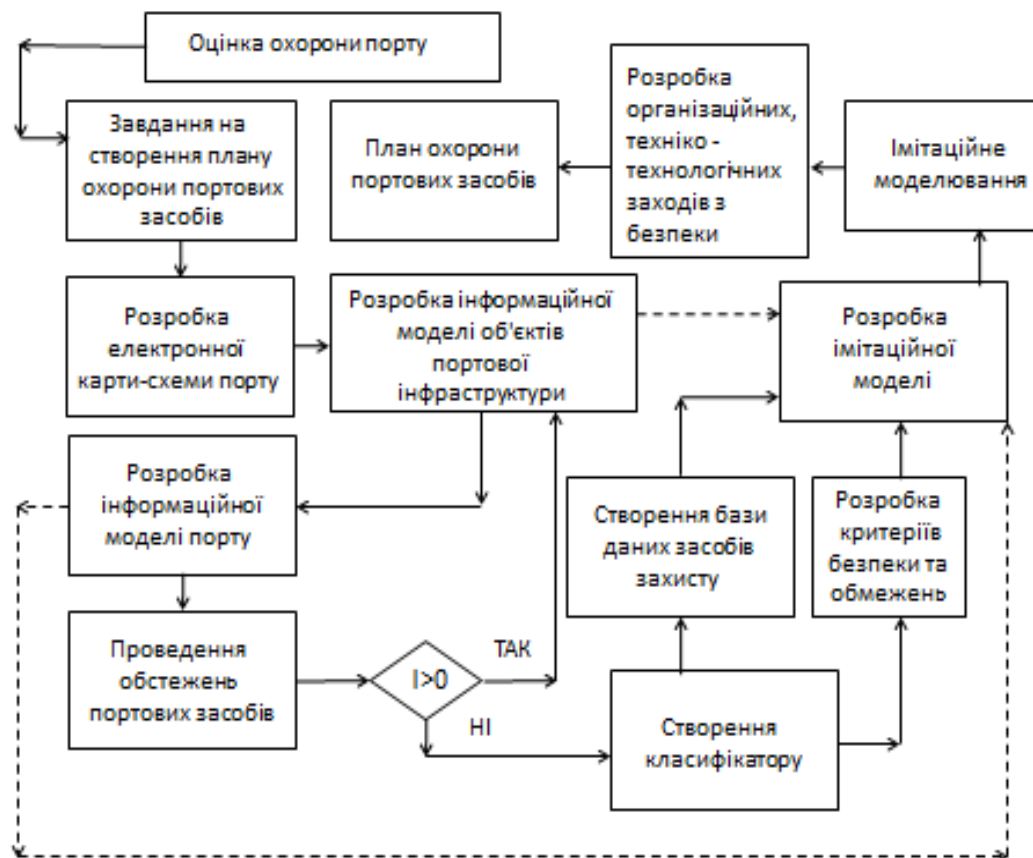


Рисунок 2– Узагальнений алгоритм формування плану охорони портових засобів

Основні характеристики систем та елементів охорони портових засобів визначалися за їх відомими структурно-параметричними показниками, які становили розроблену базу даних засобів для охорони порту з боку акваторії, в тому числі, радіолокаційні засоби, центральний пункт захисту, системи візуального спостереження, гідроакустичні засоби охорони порту, бонової загородження, маломірні судна з ненаселеним підводним апаратом, сейсмічна захисна система.

Імітаційне моделювання забезпечення безпечної діяльності порту потребує: попередньої оцінки плану охорони порту, розробку електронної карти-схеми порту, створення інформаційної моделі порту, створення бази даних елементів технічного захисту об'єктів порту з їх структурно-параметричними та економічними показниками, а також, визначення початкових умов, обмежень та критеріїв, у відповідності до яких повинні проводитися дослідження.

На рис.3 наведено фрагмент імітаційного моделювання системи БД порту.

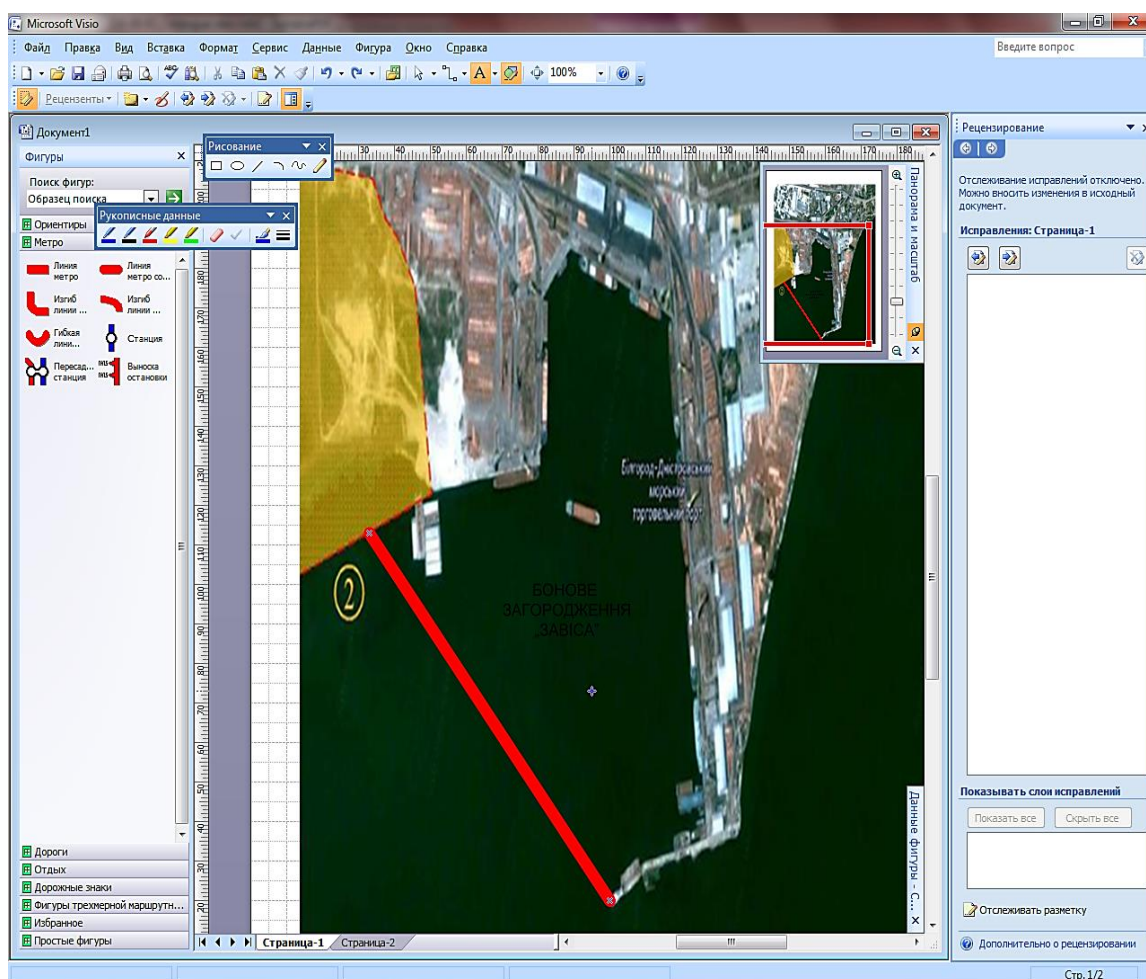


Рисунок 3— Фрагмент імітаційного моделювання плану захисту порту(розміщення бонового загородження типу «Завіса»)

Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розробка плану охорони порту базується на підставі його просторового планування та з врахуванням існуючого розміщення об'єктів портової інфраструктури.
2. Розробку плану охорони порту необхідно здійснювати з урахуванням розроблених класифікаційних ознак, які дозволяють визначати перелік протидій та засоби технічного захисту порту.
3. Використання імітаційного моделювання при розробці плану охорони порту дозволяє істотно скоротити витрати часу на його створення.

Список літератури

- [1] Про морські порти України. №4709-17 (2012).

- [2] Кабінет Міністрів України (2013) [Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року](#); Розпорядження від 11.07.2013 за № 548-р
- [3] Регламент (ЄС) № 725/2004 Європейського парламенту та Ради від 31.03.2004 про посилення безпеки суден та портових споруд
- [4] Директива 2005/65/ЄС Європейського парламенту та Ради від 26.10.2005 з підвищення безпеки портів
- [5] Розпорядження КМУ (2017) «Про схвалення Стратегії імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського та внутрішнього водного транспорту («дорожньої карти»)» № 747-р
- [6] Вишанский Г. (2003). Системотехника (введение в проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления) М.: Москва

Y. Kharytonov, O.Ivashchuk

Simulation modeling of the seaport security system

The main directions of ensuring the safe operation of ports are identified. The main normative documents related to the issues of safe operation of the port that currently in force in Ukraine are analyzed. The generalized algorithm of formation of the plan of protection of port objects, the classifier of signs of penetration into port is developed. A fragment of simulation modeling of the port security plan is given.

Keywords: port, safe port operation, classifier, simulation.

УДК627.21: 627.3:338.28

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ МОРСЬКОГО ПОРТУ

Харитонов Ю.М., д-р техн. наук, проф.¹, Гапіченко М.Є.²

¹Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова; ²МСП «НІКА-ТЕРА»

¹Україна, м. Миколаїв; ²Україна, м. Миколаїв

¹ORCID=0000-0002-2425-1758; ² E-mail – n.gapichenko@nika-tera.com.ua

Анотація.

Визначені основні фактори, які призводять до неефективного використання енергетичних ресурсів в морських та річкових портах. Наводяться напрямки підвищення показників енергетичної ефективності функціонування систем енергопостачання та енергоспоживання об'єктів портової інфраструктури. Проаналізовані основні нормативні документи, які відносяться до питань формування та постановки системи енергетичного менеджменту в портах. Представлено фрагмент розробленої структурної моделі процесів формування системи енергетичного менеджменту в морському порту.

Ключові слова: порт, енергетичний менеджмент, фактори, класифікаційні ознаки, модель

Одним з напрямків подальшого розвитку економіки України слід вважати розвиток її транспортної галузі, зокрема, морських та річкових транспортних перевезень, про що свідчать положення існуючих нормативно-правових документів, особлива роль в яких відводиться вдосконаленню функціонування морських та річкових портів[1,2].

На теперішній час актуальною проблемою подальшого розвитку вітчизняних портів слід вважати підвищення показників енергетичної ефективності(рис.1) функціонування систем енергопостачання та енергоспоживання об'єктів портової інфраструктури (ОПІ) [3,4].

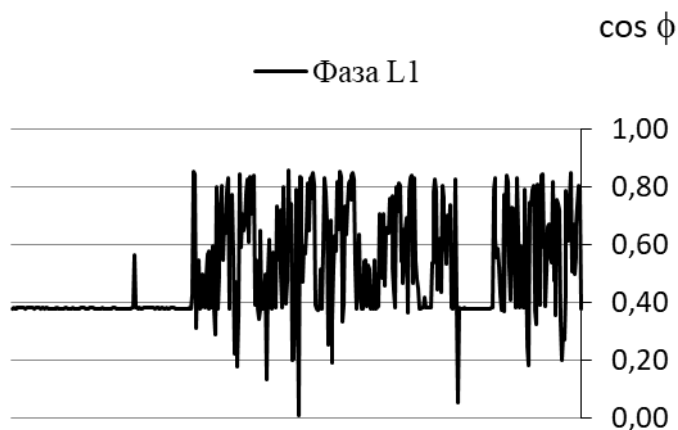


Рисунок1– Приклад нераціонального використання електричної енергії при роботі портових кранів

На підставі виконаного аналізу визначені основні фактори, які призводять до неефективного використання енергетичних ресурсів в морських та річкових портах (рис.2): значний фізичний та моральний знос елементів систем енергопостачання та енергоспоживання, неефективний рівень логістичного, а також, технологічного планування, недостатній рівень нормування енергетичних ресурсів, неефективний рівень контролю за використанням енергетичних ресурсів та низький рівень використання альтернативних та вторинних енергетичних ресурсів, відсутність системи енергетичного менеджменту, інші.



Рисунок 2 – Основні фактори, які призводять до неефективного використання енергетичних ресурсів в морських та річкових портах

Виконаний аналіз[5,6] довів, що підвищення енергетичної ефективності функціонування систем енергопостачання та енергоспоживання об'єктів портової інфраструктури є актуальною науково-прикладною проблемою.

Наводяться основні напрямки та результати вирішення окремих завдань проблеми, серед яких: розробка ідеології «Smart Port: Smart Energy»; інтеграція платформи морського просторового планування до проблем розвитку енергетики портів; розроблена класифікація проектів розвитку систем енергопостачання ОПІ (рис.3) та концептуальна модель управління проектами розвитку систем енергопостачання об'єктів портової інфраструктури (рис.4); визначені основні фактори впливу просторового планування та технологічних платформ «SmartPort: SmartEnergy» на методи та моделі управління проектами розвитку систем енергопостачання ОПІ, тощо.

Рисунок 3 – Класифікаційні ознаки проектів розвитку систем енергопостачання

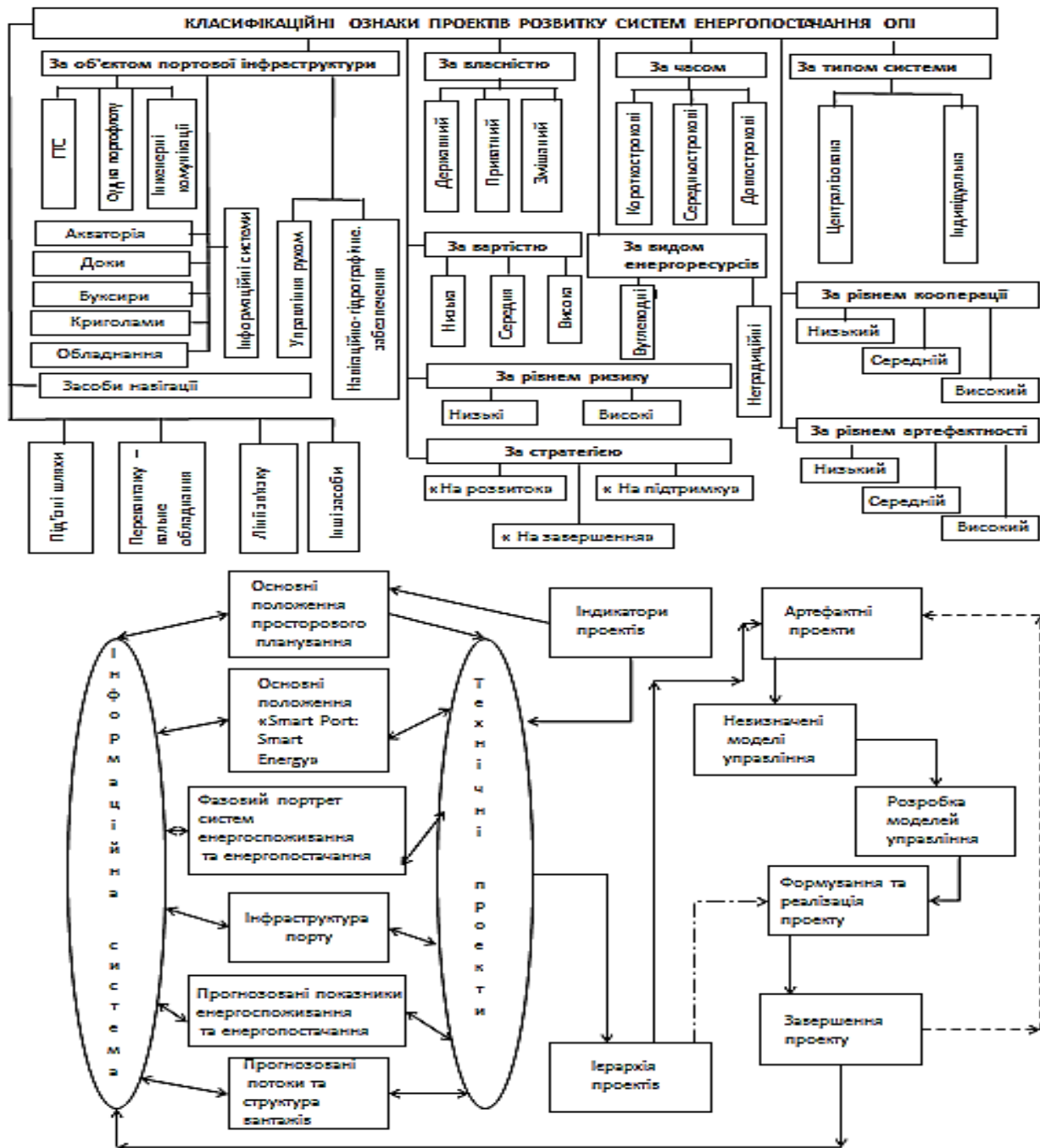


Рисунок 4 – Концептуальна модель управління проектами розвитку систем енергопостачання ОПІ

Доведено, що актуальними науковими завданнями, які потребують свого вирішення слід вважати: розробку методів і моделей економіко-математичного моделювання та оптимізації енергетичних систем і комплексів об'єктів портової інфраструктури; принципів формування, критеріїв, моделей та алгоритмів створення системи підтримки прийняття рішень для забезпечення підвищення ефективності функціонування системи енергопостачання та енергоспоживання ОПІ; експериментальні дослідження функціонування систем енергопостачання та енергоспоживання ОПІ.

Серед прикладних завдань першочерговим є формування системи енергетичного менеджменту в порту.

Аналізуються існуючі нормативно-законодавчі акти з питань енергетичного менеджменту, в тому числі: Закони України «Про альтернативні види палива», «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», «Про енергозбереження», ДСТУ ISO 50001:2014, ДСТУ ISO 50005:2016, DS 2403: 2001, I.S. 343:2005, GB T 23331-2009, UNI CEI 11352:2010, ГОСТ Р ИСО 50001-2012, Методика визначення нераціонального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів, яка затверджена наказом НАЕР від 13.12.2006 р. №89, зі змінами, внесеними наказом НАЕР від 30.09.2008 № 144; Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами (затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України 17 січня 2002 р. N 19), СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-82:2013 Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання, (затверджено наказом від 21.06.2013 р. № 399), інші.

Виконаний аналіз дозволив зробити висновок щодо відсутності законодавчо встановленого документа стосовно формування та постановки системи енергетичного менеджменту в морських та річкових портах, що визначило предмет дослідження.

Розглянуті та обговорені принципи формування системи енергетичного менеджменту: системність, енергетична політика, мотивація, інформаційна забезпеченість, інтеграційна складова, масштабність.

На рис.5 представлено фрагмент розробленої структурної моделі процесів формування системи енергетичного менеджменту в морському порту.

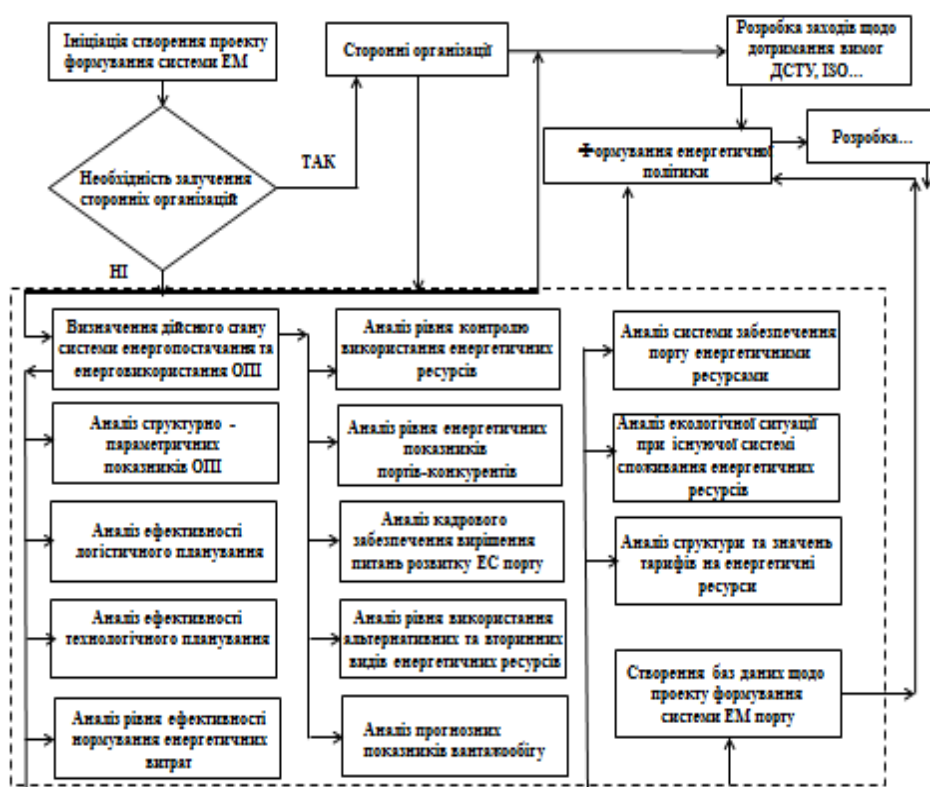


Рисунок 5 – Структурна модель процесів формування системи енергетичного менеджменту в морському порту(фрагмент)

Розроблена структурна модель формування системи енергетичного менеджменту в портах запропонована для апробації.

Список літератури

- [1] Про морські порти України. №4709-17(2012).
- [2] Кабінет Міністрів України (2013) [Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року](#); Розпорядження від 11.07.2013 за № 548-р
- [3] EU Directive 2012/27(2012)
- [4] Clean Power Transport Directive 2014/94/EU(2014)
- [5] Acciaro, M.; Ghiara, H.; Cusano, M.I. (2014) Energy management in seaports: A new role for port authorities. *Energy Policy*, 71, 4–12.
- [6] Boile, M.; Theofanis, S.; Sdoukopoulos, E.; Plytas, N. (2016) Developing a port energy management plan: Issues, challenges and prospects. *Transp. Res. Rec.*, 2549, 19–28.

Y. Kharytonov, M.Gapichenko

Formation of the sea port energy management system

The main factors that lead to inefficient use of energy resources in sea and river ports are identified. The directions of increase of indicators of energy efficiency of functioning of systems of power supply and energy consumption of objects of port infrastructure are resulted. The main normative documents related to the issues of formation and installations of the energy management system in ports are analyzed. A fragment of the developed structural model of the processes of energy management system formation in the seaport is presented.

Keywords: port, energy management, factors, classification features, model.

УДК 519.81:627.03

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ «СУХОГО» ПОРТУ

Ю. М. Харитонов, д-р техн. наук, проф.¹, І. І. Коваленко, д-р техн. наук, проф.²,

А. В. Швед³, О.В. Афанасьєв⁴

^{1,4} Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;

^{2,3} Чорноморський національний університет імені Петра Могили

¹⁻⁴ Україна, м. Миколаїв

¹ORCID –0000-0002-2425-1758; ²ORCID – 0000-0003-2655-6667, ³ORCID 0000-0003-4372-7472, ⁴E-mail – 4111oleg@gmail.com

Анотація

Наводяться статистичні дані щодо вантажообігу в морських та річкових портах України. Аналізуються фактори, які стримують їх подальший розвиток. Визначені особливості та основні переваги будівництва «сухих» портів. Наводяться елементи розробленого інформаційного забезпечення щодо вирішення задачі місця розташування «сухого» порту.

Ключові слова: порт, «сухий» порт, місце розташування, фактори, інформаційне забезпечення,

В умовах зростання переробки вантажів в морських та річкових портах України (рис.1) [1], однією з актуальних задач забезпечення вантажообігу слід вважати підвищення ефективності функціонування всіх елементів портової інфраструктури, а також елементів ланцюжків поставок: від виробників – до споживачів [2,3].

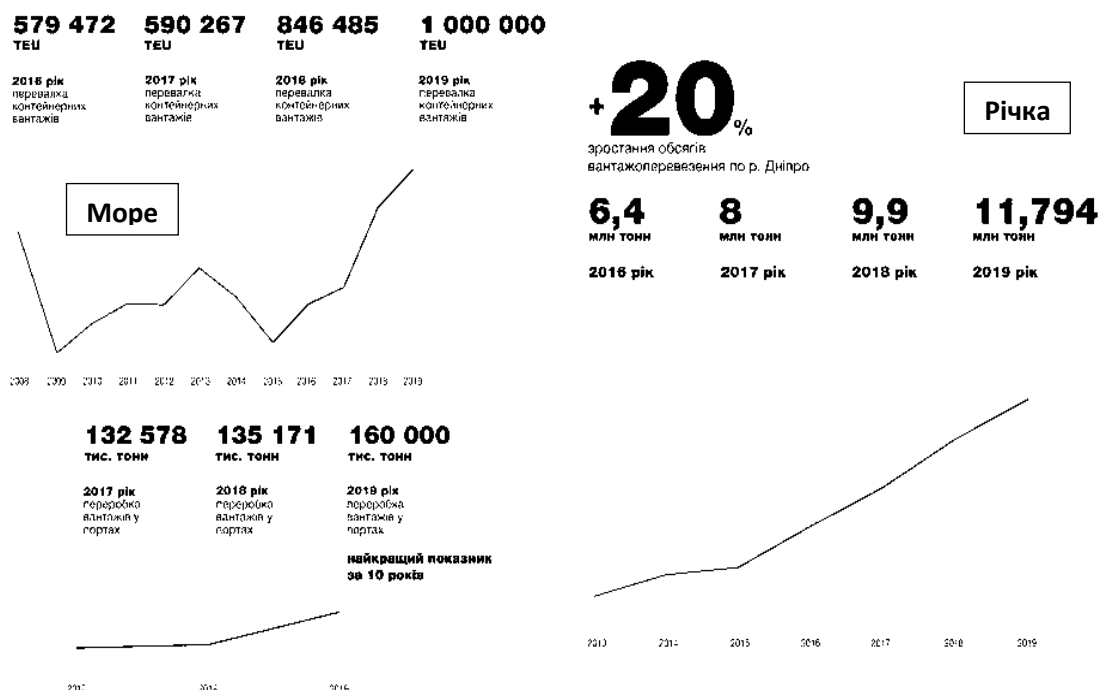


Рисунок 1– Вантажообіг в морських та річкових портах України

Визначені основні фактори, які стримують подальший розвиток морських та річкових вантажоперевезень:

- не відповідність існуючих структурно-параметричних показників елементів портової інфраструктури сучасним вимогам до них;
- значний дефіцит вантажних залізничних вагонів;
- обмежені територіальні кордони портів;
- відсутність врегульованого законодавства щодо взаємодії адміністрації портів з органами місцевої влади;
- відсутність системних науково-обґрунтованих рішень щодо розвитку портів, тощо.

Показано, що одним з напрямків подальшого розвитку вантажоперевезень слід вважати створення нових логістичних хабів, які приймають участь в ланцюжках поставок вантажів, до яких відносяться, перш за все, «сухі» порти (СП). Необхідність створення «сухих» портів (рис.2) пояснюється, як правило, територіальними обмеженнями існуючих портів.

Серед основних переваг реалізації концепції створення «сухих» портів відмічається: підвищення якості поставок, розширення можливостей регулювання вантажопотоків, зниження вартості зберігання вантажів, вирішення ряду екологічних проблем, тощо [4].



Розглянуті деякі особливості впровадження концепції будівництва «сухих» портів в різних країнах світу. Так, для держав Європи характерними рисами СП слід вважати їх концентрацію впродовж річок біля міст (міста Париж, Мілан, інші), для портів Північної Америки та КНР – зв'язок портів з СП за допомогою залізничних транспортних сполучень [5].

Рисунок 2– Загальний вигляд проекту «сухого» порту у Мостиськах

Показано, що при обґрунтуванні відповідних управлінських рішень на етапі стратегічного планування проектів створення та будівництва СП ефективність функціонування «сухого порту» суттєво залежить від наступних чинників: інтенсивності та нерівномірності вхідних вантажопотоків і потоків транспортних засобів основного порту; місця розташування самого «сухого» порту; маршрутів транспортних комунікацій між основним і «сухим» портом; вантажообігу основного порту за видами вантажів; витрат на спорудження «сухого порту»; витрат на експлуатацію системи «морський порт» – «сухий» порт та інше.

Серед наукових завдань створення та будівництва «сухих» портів слід виділити задачу визначення місця розташування СП, вирішення якої знаходиться за допомогою створення, перш за все, відповідного інформаційного забезпечення.

Виконано аналіз основних складових інформаційних масивів, які забезпечують інформаційну складову щодо вирішення задачі місця розташування СП.

Інформаційні потреби розділені на три основні групи, які утворюють відповідні інформаційні платформи техніко-технологічного, економічного та організаційного характеру:

$$I_1^j = I_1^{j,T} \cup I_1^{j,E} \cup I_1^{j,O};$$

де $I_1^{j,T}$, $I_1^{j,E}$, $I_1^{j,O}$ – множини інформаційних масивів техніко-технологічного, економічного та організаційного характеру, які необхідні для ініціації, проектування, реалізації та завершення проекту будівництва.

Розглядаються основні елементи інформаційного забезпечення.

Основний зміст інформаційної моделі «Залізничні та автомобільні під'їзні шляхи»:

$$\begin{aligned} I_1^{j,3T} = & ((\{(x_{Ti}, y_{Ti})\}, i \in 1...n) \cup (\{TS_{Ti}\}, i \in TRS) \cup (\{TP_{Ti}\}, i \in TRP) \cup \\ & \{(x_{TKi}, y_{TKi})\}, i \in 1...n) \cup (\{TKS_{Ti}\}, i \in TKRS) \cup (\{TKP_{Ti}\}, i \in TKRP) \cup \\ & \{(x_{TZi}, y_{TZi})\}, i \in 1...n) \cup (\{Tzs_{Ti}\}, i \in TZRS) \cup (\{TZP_{Ti}\}, i \in TZRP) \cup \\ & \{(x_{Tii}, y_{Tii})\}, i \in 1...n) \cup (\{TIS_{Ti}\}, i \in TIRS) \cup (\{TIP_{Ti}\}, i \in TZIP) \cup \{(x_{TSi}, y_{TSi})\}, i \in 1...n) \\ & \cup (\{TSS_{Ti}\}, i \in TSRS) \cup (\{TSP_{Ti}\}, i \in TSRP) \cup (\{TG_{Ti}\}, i \in TGR) \cup \\ & \{(x_{TPi}, y_{TPi})\}, i \in 1...n) \cup (\{TPS_{Ti}\}, i \in TPRS) \cup (\{TPP_{Ti}\}, i \in TPRP) \cup \\ & (\{TUG_{Ti}\}, i \in TRUG) \cup (\{RA_{Ti}\}, i \in AT) \cup (\{I_{Ai}\}, i \in A_{Ti}) \cup (\{I_{Bi}\}, i \in B_{Ti}) \cup \\ & (\{M_{Ti}\}, i \in MT)) \end{aligned}$$

де $\{(x_{Ti}, y_{Ti})\}$, $\{(x_{TKi}, y_{TKi})\}$, $\{(x_{TZi}, y_{TZi})\}$, $\{(x_{Tii}, y_{Tii})\}$, $\{(x_{TSi}, y_{TSi})\}$, $\{(x_{TPi}, y_{TPi})\}$ – множини координат ділянок залізничних під'їзних шляхів, залізничних колій та їх елементів, автомобільних під'їзних шляхів, пунктів відстою вантажних вагонів, пунктів відстою вантажних автомобілів, місць завантаження-развантаження контрольних виважень, відповідно; $TRS, TKRS, TZRS, TIRS, TSRS, TPRS$ – множини структурних характеристик залізничних колій та їх елементів, автомобільних під'їзних шляхів та їх елементів, пунктів відстою вантажних вагонів, пунктів відстою вантажних автомобілів, місць завантаження-развантаження, контрольно-вимірювальної апаратури та приборів відповідно; $TRP, TKRP, TZRP, TZIP, TSRP, TPRP$ – множини параметричних показників залізничних колій та їх елементів, автомобільних під'їзних шляхів та їх елементів, пунктів відстою вантажних вагонів, пунктів відстою вантажних автомобілів, місць завантаження-развантаження, контрольно-вимірювальної апаратури та приборів відповідно; $TRUG, TGR$ – множини параметричних показників і характеристик місць проходження залізничних колій та автомобільних під'їзних шляхів; A_{Ti}, B_{Ti}, AT, MT – множини індикативних показників, даних технічного стану елементів підсистеми, моделей, які забезпечують визначення показників та характеристик підсистеми, а також управління проектами.

Інформаційна складова організаційної платформи містить множини:

$$\begin{aligned} I_2^{j,OH} = & (\{2ZT_{ii}\}, i \in 2ZTH); I_2^{j,OT} = (\{2ZTZ_{Ti}\}, i \in 2ZTRS); \\ I_2^{j,OP} = & (\{2ZPIZ_{Ti}\}, i \in 2ZPIIR); I_2^{j,OO} = ((\{2ZOZ_{oi}\}, i \in 2ZOOR) \cup \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (\{2ZOZ_{O_i}\}, i \in 2ZOORS); \\
 I_2^{j, OIII} = & ((\{2ZDRM_{III_i}\}, i \in 2ZMRD) \cup \\
 & (\{2ZKH_{III_i}\}, i \in 2ZKYH) \cup (\{2ZSM_{III_i}\}, i \in 2ZSMIS) \cup (\{KPPP_{III_i}\}, i \in 2KPPP) \cup \\
 & (\{2ZAM_{III_i}\}, i \in 2ZSAIS)),
 \end{aligned}$$

де $2ZTI, 2ZTRS, 2ZPIR, 2ZOORI, 2ZOORS, 2ZMRD$ – множини діючих нормативно законодавчих документів, які регламентують організацію, експлуатацію, проектування та будівництво елементів «сухого» порту та постачальників ресурсів, а також діяльності органів влади; $2ZSMIS, 2ZSAIS$ – множина моделей, які забезпечать доступ до вищеназваних масивів та їх відповідну обробку, а також артефактні моделі управління; $2ZKYH, 2KPPP$ – множини даних про стейкхолдерів проектів, класифікаційні характеристики проектів, відповідно.

Запропонована модель інформаційного забезпечення була використана при формуванні проекту створення «сухого порту» – перевантажувального терміналу з відвантаженням зернових та олійних культур для ТОВ «Служба технічного обслуговування «Експрес» (рис.3).

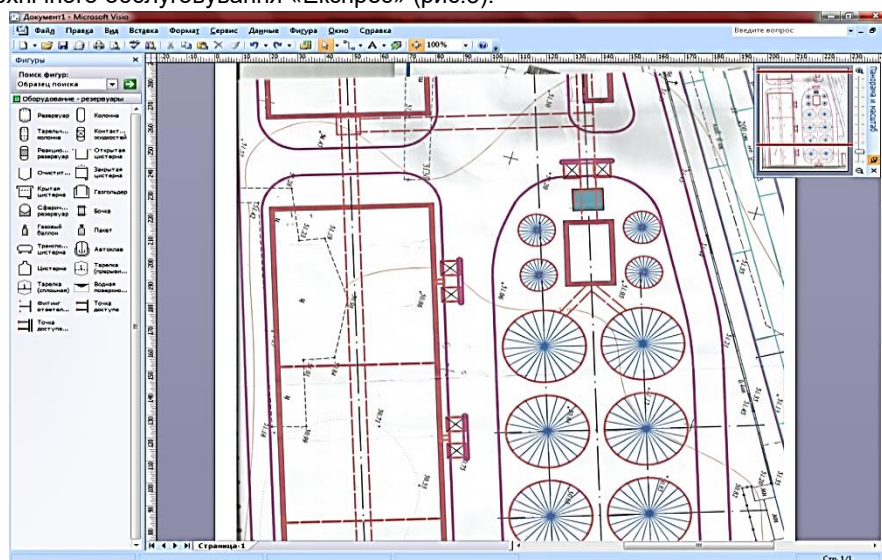


Рисунок 3 – Фрагмент проектування «сухого порту»

Список літератури

- [1] Мининфраструктуры Украины объявило о положительной динамике транспортной отрасли в 2019 году. (2019). [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://gordonua.com/infographics/mininfrastruktury-ukrainy-obyavilo-o-polozhitelnoy-dinamike-transportnoy-otrasli-v-2019-godu>
- [2] Кабінет Міністрів України (2013). Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року; Розпорядження від 11.07.2013 за № 548-р
- [3] National Investment Council (2018). Transport infrastructure of Ukraine.
- [4] Кайгородцев А.А., Русинов И.А. (2017). Развитие «сухих портов» в современной транспортно-логистической системе *Transport business in Russia*, №5, 105-106
- [5] V. Roso, J. Woxenius, K. Lumsden (2008) The dry port concept: Connecting container seaports with the hinterland. *J. of Transport Geography*. №10, 1-8
- [6] Рахмангулов А.Н., Муравьев Д.С. (2016) «Развитие морской портовой инфраструктуры региона на основе «Сухих портов». *Экономика региона*. Т. 12, вып. 3., 924-936.

Y. Kharytonov, I.Kovalenko, A. Shved, O. Afanasyev

Information support for solving the problem of determining the location of a "dry" port

Statistics on cargo turnover in sea and river ports of Ukraine are given. Factors that hinder their further development are analyzed. Features and main advantages of construction of "dry" ports are defined. The elements of the developed information support for solving the problem of location of the "dry" port are given.
Keywords: port, "dry" port, location, factors, information support.

УДК 629.5.03001.63

МОДЕЛЬ АНАЛОГИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОРАБЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ВЫБОРЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ИЗ СОВОКУПНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ

Борисов Вадим Евгеньевич, директор, генеральный конструктор,

Шевцов Анатолий Павлович, д.т.н., профессор²,¹Государственное предприятие Исследовательско-проектный центр кораблестроения,²Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,¹Украина, Николаев, ² Украина, Николаев,¹office@srds.com, ²aootnet@ukr.net

Аннотация. Предлагаются результаты создания и использования аналоговой модели главной энергетической установки (ГЭУ) корабля с учетом показателей тактико-технического задания (ТТЗ) на модернизацию и новую генерацию. Целью исследования является создание, на базе положений теории подобия, математической модели комплекса характеристик корабельной энергетической установки, для выбора ее рациональных вариантов из совокупности альтернативных с имплементацией их в различные стадии проектирования корабля. Основная задача исследования - на базе математических зависимостей отдельных характеристик ГЭУ составить их замкнутую систему в безразмерном виде, позволяющую оценивать совокупность показателей ГЭУ для различных классов кораблей с учетом отдельных требований ТТЗ и определить количественные значения аппроксимирующих показателей в безразмерных выражениях математической модели для состава кораблей, вспомогательных судов и плавсредств. Объектом исследования являются процессы аналогового моделирования показателей ГЭУ для различных классов кораблей с учетом отдельных требований тактико-технического задания. Предмет исследования – математические модели, их характеристики ГЭУ и критерии их эффективности с учетом уровней детализации элементов установок. Метод исследования - подобия, размерностей, системный и статистический анализы.

В результате исследования получена система уравнений в безразмерном виде характеристик ГЭУ и требований ТТЗ, которая аппроксимирована произведением степенных функций. Значения показателей степени определяются классом корабля и стадией его проекта. Совокупность независимых переменных, характеризующих требования ТТЗ, и условий ограничения характеристик ГЭУ являются условиями однозначности для каждого варианта в совокупности альтернативных. Практическая значимость результатов заключается в возможности применения модели на разных стадиях проектирования соответствующего класса корабля путем последовательного учета дополнительных требований.

Ключевые слова: пропульсивная установка, тип, состав, элементы, стадии проектирования.

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Выбор главной энергетической установки корабля (ГЭУ) в зависимости от стадии проекта сводится к отысканию нескольких, а в завершении одного вариант совокупности ее характеристик из совокупности альтернативных их комбинаций. Выбор рационального варианта характеристик ГЭУ корабля зависит от показателей тактико-технического задания (ТТЗ) корабля на технико-экономические показатели установки. Корректность способа выбора в подобных задачах во многом определяется исходными данными, в числе которых присутствуют результаты реализованных проектов, которые объективно позволяют оценить эффективность, стоимость создания и эксплуатации ГЭУ, а также их влияние на корабль в целом.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы.

При проектировании корабельных ГЭУ выбор совокупности ее характеристик и схемных решений выполняется на основании однокритериальных или многокритериальных способов отыскания экстремальных или рациональных значений заданных критериев [1-4]. Результаты в перечисленных исследованиях относятся к определенным классам кораблей, получены для локальных критериев эффективности, что ограничивает их корректное применение при проектировании в условиях других классов и критериев. В тоже время практика проектирования кораблей различных классов имеет опыт учета отдельных требований ТТЗ на технические характеристики ГЭУ и ее состав для выполненных проектов [6-21].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена данная статья.

Отсутствие математических моделей комплекса характеристик ГЭУ, полученных путем обобщения результатов выполненных проектов, сдерживает совершенствование методов выбора главной энергетической установки до уровней детализации ее типа, состава, схемного решения и отдельных элементов с имплементацией его в

различные стадии проектирования корабля – техническое предложение, эскизный проект, технический проект и авторский надзор .

Цель и задачи исследования. Целью исследования является создание, на базе положений теории подобия, математической модели комплекса характеристик корабельной энергетической установки, для выбора ее рациональных вариантов из совокупности альтернативных с имплементацией их в различные стадии проектирования корабля.

Поставленная цель достигается решением следующих задач исследования:

- на базе математических зависимостей отдельных характеристик ГЭУ составить их замкнутую систему, позволяющую оценивать совокупность показателей ГЭУ для различных классов кораблей с учетом отдельных требований ТТЗ;

- методом анализа размерностей преобразовать уравнения математической модели к безразмерному виду и обосновать условий формирования безразмерных критериев эффективности ГЭУ;

- на базе исходных данных состава кораблей, вспомогательных судов и плавсредств Военно-Морских сил, отрядов Морской охраны определить количественные значения аппроксимирующих показателей в безразмерных выражениях математической модели.

Объект и предмет исследования. Объект исследования - процессы аналогового моделирования показателей ГЭУ для различных классов кораблей с учетом отдельных требований тактико-технического задания. Предмет исследования – математические модели, их характеристики ГЭУ и критерии их эффективности с учетом уровней детализации элементов установок.

Методы исследования – подобия, размерностей, системный и статистический анализы.

Изложение основного материала исследований с полным обоснованием полученных научных результатов. Математические зависимости характеристик ГЭУ. Математические модели характеристик главной энергетической установки (ГЭУ) корабля описывают тип, мощность, массогабаритные характеристики, размещение, обеспечение работы на частичных режимах, автоматизацию, запас топлива, расходы топлива и масла, виброакустические характеристики, стоимость, эксплуатационные затраты, живучесть, надежность и ремонтпригодность. Влияния требований ТТЗ корабля на технические характеристики его ГЭУ и ее свойства для классов кораблей, вспомогательных судов и плавсредств в диапазоне водоизмещений от 400 до 5000 т могут быть приняты согласно данным представленным в [20]. Эти характеристики должны удовлетворять следующим требованиям тактико-технического задания: классу корабля, скорости полного хода и экономического хода, типу и материалу корпуса, водоизмещению, маневренности, выполнению задач противолодочной обороны, численности экипажа, дальности плавания, заданной spectroграмме ходов, скрытности, живучести, экологичности, стойкости к внешней среде и устойчивости к внешним воздействиям.

Математические выражения для характеристик ГЭУ, представленных в таблице 1 могут иметь следующий вид. Тип ГЭУ: уравнение баланса мощностей по типу двигателей; уравнение кратности валопроводов; уравнение кратности машинным отделениям. Мощности главных двигателей (ГД) для полного переднего и экономичного ходов: уравнения баланса мощностей установки и сопротивления движению корпуса корабля. Массогабаритные характеристики ГЭУ: уравнение аддитивности массы ГЭУ и ее отдельных элементов; уравнение аддитивности габаритов ГЭУ и ее отдельных элементов. Размещение ГЭУ: уравнение резервирования и децентрализации расположения ГЭУ и ее отдельных элементов по машинным отделениям. Обеспечение работы ГЭУ на частичных режимах: уравнения мощности установки согласно заданной spectroграмме ходов. Автоматизация: уравнение количества вахт у механизмов и постов, уравнение количество личного состава. Запас топлива: уравнение запаса топлива. Расходы топлива и масла: уравнения расходов топлива и масла. Виброакустические характеристики ГЭУ: уравнения вибрации и акустики. Стоимость ГЭУ: уравнение аддитивности стоимости ГЭУ и ее отдельных элементов. Эксплуатационные затраты: уравнение годовых эксплуатационных затрат. Живучесть, надежность, ремонтпригодность: уравнения коэффициентов готовности и технического использования.

Если обозначить характеристики ГЭУ как - y_i , где $i = 1...n$, а требования к ней - x_j , где $j = 1...m$, то выражения зависимостей характеристик ГЭУ от требований можно аппроксимировать выражениями

$$y_i = A_i x_1^{k1i} x_2^{k2i} x_3^{k3i} \dots x_j^{kji} \dots x_m^{kmi} . \quad (1).$$

Приведенные аппроксимирующие выражения отдельных характеристик ГЭУ позволяют составить замкнутую систему для оценки совокупности показателей ГЭУ для различных классов кораблей с учетом отдельных требований ТТЗ.

Математическая модель характеристик ГЭУ в безразмерном виде. Используя метод анализа размерностей и систему выражений (1) можно ее выразить в безразмерном виде. Используя метод анализа размерностей, выражения (1) можно выразить в безразмерных видах

$$Y_i = A_i X_1^{k_{1i}} X_2^{k_{2i}} X_3^{k_{3i}} \dots X_j^{k_{ji}} \dots X_m^{k_{mi}},$$

где Y_i и X_j соответственно определяемые и определяющие безразмерные комплексы, характеристик ГЭУ и требований ТТЗ.

Зависимости этих безразмерных комплексов Y_i и X_j , характеризующих показатели ГЭУ и требования ТТЗ, являются математической моделью альтернативных вариантов ГЭУ, определяют их множество и могут быть выражены в следующем виде:

$$\begin{aligned} Y_1 &= A_1 X_1^{k_{11}} X_2^{k_{21}} X_3^{k_{31}} X_4^{k_{41}} X_5^{k_{51}} X_6^{k_{61}} X_7^{k_{71}} X_8^{k_{81}} X_9^{k_{91}} X_{10}^{k_{101}} X_{11}^{k_{111}} X_{12}^{k_{121}} X_{13}^{k_{131}}, \\ Y_2 &= A_2 X_1^{k_{12}} X_2^{k_{22}} X_3^{k_{32}} X_4^{k_{42}} X_5^{k_{52}} X_6^{k_{62}} X_7^{k_{72}} X_8^{k_{82}} X_9^{k_{92}} X_{10}^{k_{102}} X_{11}^{k_{112}} X_{12}^{k_{122}} X_{13}^{k_{132}}, \\ Y_3 &= A_3 X_1^{k_{13}} X_2^{k_{23}} X_3^{k_{33}} X_4^{k_{43}} X_5^{k_{53}} X_6^{k_{63}} X_7^{k_{73}} X_8^{k_{83}} X_9^{k_{93}} X_{10}^{k_{103}} X_{11}^{k_{113}} X_{12}^{k_{123}} X_{13}^{k_{133}}, \\ Y_4 &= A_4 X_1^{k_{14}} X_2^{k_{24}} X_3^{k_{34}} X_4^{k_{44}} X_5^{k_{54}} X_6^{k_{64}} X_7^{k_{74}} X_8^{k_{84}} X_9^{k_{94}} X_{10}^{k_{104}} X_{11}^{k_{114}} X_{12}^{k_{124}} X_{13}^{k_{134}}, \\ Y_5 &= A_5 X_1^{k_{15}} X_2^{k_{25}} X_3^{k_{35}} X_4^{k_{45}} X_5^{k_{55}} X_6^{k_{65}} X_7^{k_{75}} X_8^{k_{85}} X_9^{k_{95}} X_{10}^{k_{105}} X_{11}^{k_{115}} X_{12}^{k_{125}} X_{13}^{k_{135}}, \\ Y_6 &= A_6 X_1^{k_{16}} X_2^{k_{26}} X_3^{k_{36}} X_4^{k_{46}} X_5^{k_{56}} X_6^{k_{66}} X_7^{k_{76}} X_8^{k_{86}} X_9^{k_{96}} X_{10}^{k_{106}} X_{11}^{k_{116}} X_{12}^{k_{126}} X_{13}^{k_{136}}, \\ Y_7 &= A_7 X_1^{k_{17}} X_2^{k_{27}} X_3^{k_{37}} X_4^{k_{47}} X_5^{k_{57}} X_6^{k_{67}} X_7^{k_{77}} X_8^{k_{87}} X_9^{k_{97}} X_{10}^{k_{107}} X_{11}^{k_{117}} X_{12}^{k_{127}} X_{13}^{k_{137}}, \\ Y_8 &= A_8 X_1^{k_{18}} X_2^{k_{28}} X_3^{k_{38}} X_4^{k_{48}} X_5^{k_{58}} X_6^{k_{68}} X_7^{k_{78}} X_8^{k_{88}} X_9^{k_{98}} X_{10}^{k_{108}} X_{11}^{k_{118}} X_{12}^{k_{128}} X_{13}^{k_{138}}, \\ Y_9 &= A_9 X_1^{k_{19}} X_2^{k_{29}} X_3^{k_{39}} X_4^{k_{49}} X_5^{k_{59}} X_6^{k_{69}} X_7^{k_{79}} X_8^{k_{89}} X_9^{k_{99}} X_{10}^{k_{109}} X_{11}^{k_{119}} X_{12}^{k_{129}} X_{13}^{k_{139}}, \\ Y_{10} &= A_{10} X_1^{k_{110}} X_2^{k_{210}} X_3^{k_{310}} X_4^{k_{410}} X_5^{k_{510}} X_6^{k_{610}} X_7^{k_{710}} X_8^{k_{810}} X_9^{k_{910}} X_{10}^{k_{1010}} X_{11}^{k_{1110}} X_{12}^{k_{1210}} X_{13}^{k_{1310}}. \end{aligned}$$

Значения показателей степени k_{ji} определяются классом корабля и стадией его проекта и при $k_{ji} \neq 0$, показатель ТТЗ существенный для показателя характеристики ГЭУ, а и при $k_{ji} = 0$ – несущественный.

Множество переменных, характеризующих требования ТТЗ, одновременно являются независимыми переменными и определяют область их допустимых значений. Отдельные показатели требований ТТЗ являются постоянными величинами и определяются как исходные данные. К таким данным относятся скорости полного и боевого экономического ходов.

При определении характеристик ГЭУ необходимы дополнения к уравнениям математической модели альтернативных вариантов ГЭУ в виде условий ограничения. Это могут быть ограничения по каждому из показателей характеристики ГЭУ в виде $B_1 \leq Y_i \leq B_2$.

Совокупность независимых переменных, характеризующих требования ТТЗ, и условий ограничения характеристик ГЭУ являются условиями однозначности для каждого варианта в совокупности альтернативных.

Количественные значения аппроксимирующих показателей степени в безразмерных выражениях математической модели. Обобщение статистических данных аналоговой моделью мощности ГЭУ для состава кораблей аналогичному составу кораблей, вспомогательных судов и плавсредств, что соответствует концепции общегосударственной целевой экономической программы развития кораблестроения приведен на рисунке. Для обоснования тенденций совершенствования кораблей и плавсредств новой генерации на данном рисунке достаточно нанести календарные сроки выполнения стадий создания кораблей и их ГЭУ, а также известными методами прогнозирования определить для указанных этапов общегосударственной целевой экономической программы развития кораблестроения на какие показатели нужно ориентироваться на стадиях технического предложения. Полученные оценки выбора главных энергетических установок принимаются за целевые.

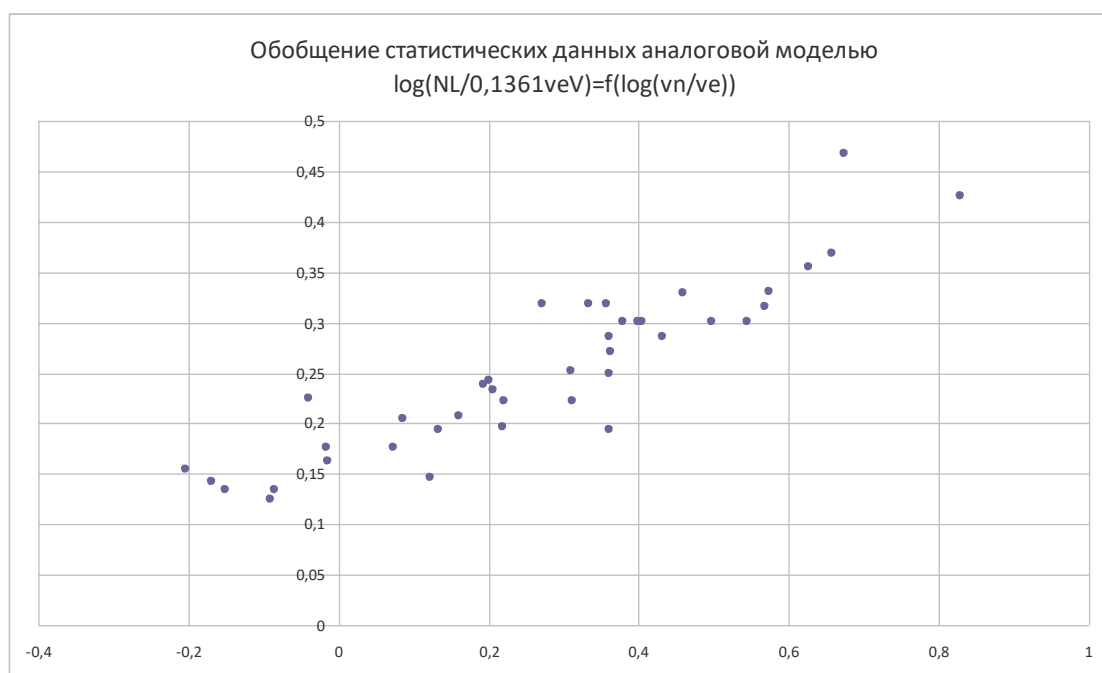


Рисунок.

Для стадии эскизного проекта обобщение статистических данных аналоговой моделью мощности ГЭУ целесообразно уточнить для соответствующего класса корабля. Для дополнительной оценки выбора схемного решения ГЭУ корабля целесообразно из ограниченного количества схем, как правило не более четырех, на основании ее показателей массогабаритных, размещения, запаса топлива, расхода топлива и масла, стоимости и эксплуатационных затрат выбрать не более двух вариантов.

Список использованной литературы.

1. Барановский В.В. «Обоснование выбора главных энергетических установок на стадии исследовательского проектирования» // ж.Судостроение №3, 2004, стр.25-28.
2. Гайкович А.И. Основы проектирования сложных технических систем. – СПб.: НИЦ «МОРИЕНТЕХ», 2001, - 432 с.
3. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т. 2. Анализ и синтез системы «Корабль». – СПб.: НИЦ «МОРИЕНТЕХ», 2014. – 872 с.
4. Захаров И.Г. Обоснование выбора. Теория практики. – СПб.: Судостроение, 2006. – 528 с.
5. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. Совет К.В.Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение; СПб.: Политехника.
6. Расчет и конструирование машин. Раздел IV. Корабли и суда. Т. IV-20. Общая методология и теория кораблестроения. Кн.1 / В.Т. Томашевский, В.М.Пашин, И.Г.Захаров и др; Под ред. В.Т. Томашевского, В.М.Пашина. – СПб.:Политехника, 2003.
7. Апальков Ю.В. «Боевые корабли мира на рубеже XX-XXI веков. Часть IV- I. Корветы и катера. Справочник» - Санкт-Петербург, 2002 г.
8. Апальков Ю.В. «Боевые корабли мира на рубеже XX-XXI веков. Часть IV- II. Корветы и катера. Справочник» - Санкт-Петербург, 2004 г.
9. Апальков Ю.В. «Боевые корабли мира на рубеже XX-XXI веков. Часть III. Фрегаты. Справочник» - Санкт-Петербург, 2001 г.
10. Борисов Е.А. Вантроба В.Ю. Поколения войн и флот.Тенденции развития и выводы для Украины - Николаев: Иллион, 2006 – 560 с.
11. Борисов Е.А. XX-XXI в кораблестроении: энергетические установки боевых надводных кораблей - Николаев: Иллион, 2011 – 344 с.
12. Кузык Б.Н., Никольский В.И., Новичков Н.Н. «Военные флоты мира» - Москва, 2005 г.
13. Курочкин Д.В. «Корветы типа «Visby», ж.«История корабля» №1, 2004, стр.14-32.

13. Литинский Д.Ю. «Корвет проекта Gowind 2500 ВМС Египта»//ж. Морская радиоэлектроника №4/2016, стр. 58-63.
14. Митрофанов А.Ф. «Патрульные корабли типа «Метеоро» - //ж.Морской сборник №11, 2015, стр.75-78.
15. Сагайдаков Ф.Р., Чернецова Н.А., Гурьянов С.К. «Зарубежные ВМС. Современное состояние и перспективы развития фрегатов и корветов»//ж.Судостроение №6, 2015, стр.18-22.
16. Jane's Fighting Ship. Vol. 2003-2004 г.
17. Jane's Fighting Ship. Vol. 2011-2004 г.
18. Report "SPECIALIST TEAM ON SMALL SHIP DESIGN" (NATO/PfP WORKING PAPER - SMALL SHIP DESIGN) - prepared by NATO NG/6 – 2004
19. Weyers Flottentaschenbuch 2005-2007 г. – Bernard & Graefe Verlag, Bonn 2005.
20. Борисов Шевцов Анализ влияния требования тактико-технического задания проектируемых кораблей на выбор главных энергетических установок
21. Жолоб О.Г., Борисов В.С. Сучасний стан створення кораблів та катерів для потреб ВМС України. 5 Науково-технічна конференція «Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки»

Vadym Evgenievich Borysov, director - chief designer; *State Research & Design Shipbuilding Centre, Mykolaiv city*; Anatoliy Pavlovich Shevtsov, head of a department *Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv city*

MODEL OF CHARACTERISTICS OF A SHIP'S POWER PLANT WHEN CHOOSING A RATIONAL OPTION FROM A TOTAL OF ALTERNATIVE

Abstract *The thesis offers the results of the creation and use of an analog model of the main power plant (MPP) of the ship, taking into account indicators of technical development plan (TDP) for modernization and new generation. The aim of the research is creation, on the basis of the provisions of the theory of similarity, a mathematical model of the set of characteristics of a ship's power plant, to select its rational options from a set of alternative ones with their implementation at different stages of the ship design. The main objective of the research is to draw up their closed-loop system in a dimensionless form on the basis of the mathematical dependences of individual characteristics of the power plant, which makes it possible to estimate the set of power plant parameters for various classes of ships taking into account the individual requirements of the technical development plan and to determine the quantitative values of approximating indicators in the dimensionless expressions of the mathematical model for the structure of ships, auxiliary vessels and watercraft of the Navy, units of the Maritime Guard of the State Border. The object of research is the processes of analog modeling of MPP indicators for various classes of ships, taking into account the individual requirements of the technical development plan. The subject of the research is mathematical models, their characteristics of the power plant and criteria for their effectiveness, taking into account the levels of detail of plant elements. Research method - similarities, dimensions, system and statistical analyzes. As a result of the research, a system of equations in the dimensionless form of the characteristics of the MPP and the requirements of the TDP is obtained, which is approximated by the product of power functions. The values of exponents are determined by the class of the ship and it's design stage. The set of independent variables characterizing the requirements of the TDP, and the conditions for limiting the characteristics of the MPP are the conditions of uniqueness for each option in the aggregate of alternative ones. The practical significance of the results lies in the possibility of applying the model at different design stages of the corresponding ship class by sequentially taking into account additional requirements.*

Key words: *propulsion plant, type, structure, elements, design stages.*

УДК627.21: 627.3:338.28

ЕНЕРГЕТИЧНІ ОБСТЕЖЕННЯ РІЧКОВИХ ПОРТІВ: ПРИЧАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯХаритонов Ю.М., д-р техн. наук, проф., ²Голеншин В.В., ³Харитонов М.Ю., ⁴Подаєнко М.Ю.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

¹ORCID-0000-0002-2425-1758; ²E-mail – holenshyn63@gmail.com, ³E-mail – kvadrospectr@gmail.com, ⁴E-mail – podaenkomarina@gmail.com**Анотація.**

Визначені основні напрямки проведення енергетичних обстежень річкових портів. Наведені результати енергетичних обстежень причальних пристроїв електричного живлення. Встановлені основні причини неефективного використання енергетичних ресурсів, а також напрямки їх усунення.

Ключові слова: порт, енергетичні обстеження, причальні пристрої електричного живлення, втрати електричної енергії

Одним з найважливіших показників, який характеризує конкурентоздатність річкового або морського порту, слід вважати відносну складову витрат на енергетичні ресурси в тарифах на навантаження, вивантаження та зберігання різних видів вантажу, а також, надання додаткових послуг в порту, що, в цілому, визначає ефективність використання енергетичних ресурсів (ЕР). Вирішення завдання підвищення ефективності використання ЕР в портах є актуальним та таким, що має корпоративне та державне значення [1,2].

Серед першочергових завдань вирішення задачі ефективного функціонування енергетичної системи порту слід вважати проведення енергетичних обстежень його елементів (рис.1).

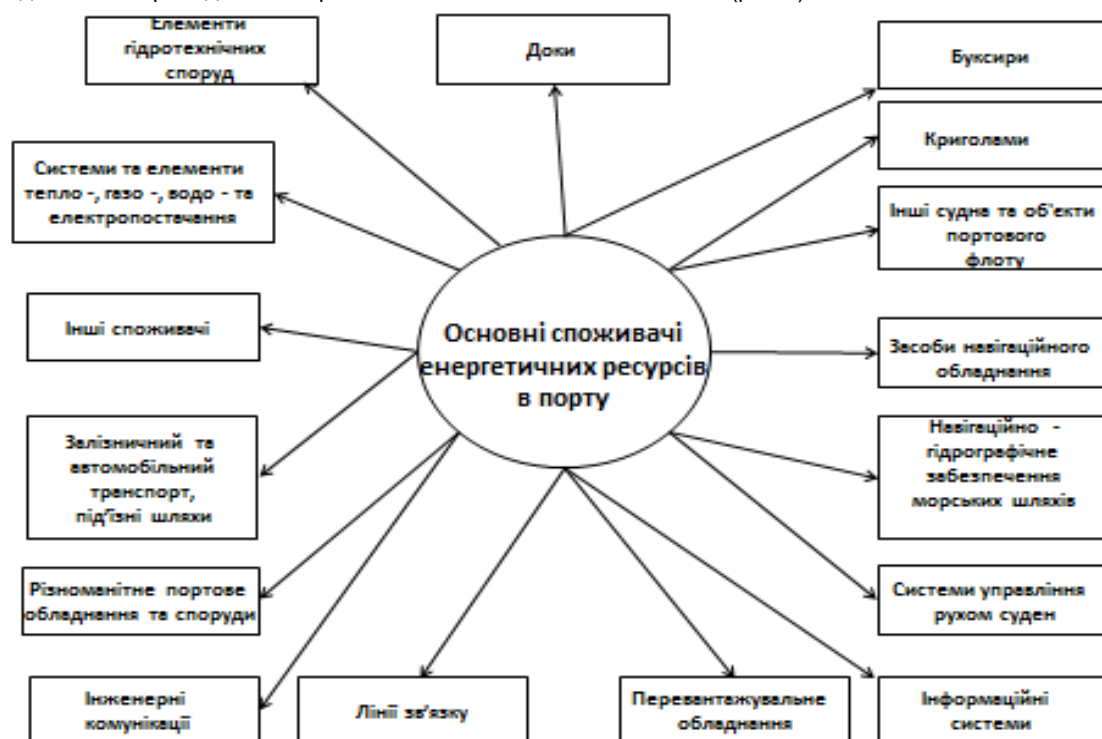


Рисунок 1– Основні споживачі енергетичних ресурсів в порту

З метою визначення стану та прогнозних показників енергетичної ефективності функціонування систем та елементів порту, а також формування заходів щодо розробки системи енергетичного менеджменту (стосовно річкових портів) представниками Центру прикладних досліджень в енергетиці Національного університету кораблебудування було проведено низька енергетичних обстежень ряду річкових портів України. Одним з завдань проведених енергетичних обстежень було визначення дійсного стану причальних пристроїв електричного живлення.

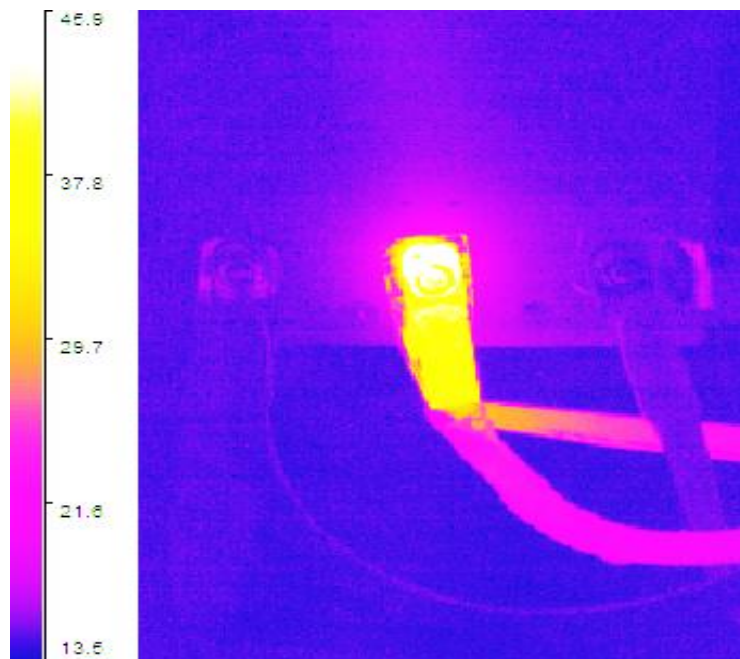
На рис.2...4 наведені результати обстежень [3,4] причальних пристроїв електричного живлення у вигляді фотографічних та термографічних знімків.



Рисунок 2 – Сучасний стан причальних пристроїв електричного живлення



Рисунок 3 – Сучасний стан причальних пристроїв електричного живлення



Перевищення температури: $\Delta T_{\text{пер}}=31,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Надмірна температура: $\delta T_{\text{над}}=30,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнт дефектності: $K_d=2,41$.

Додаткова тепловіддача: 2,5 Вт

Рисунок 4 – Діагностування контактних з'єднань (дефекти болтових контактних з'єднань)

За результатами енергетичних обстежень причальних пристроїв електричного живлення річкових портів визначені основні причини втрат електричної енергії, до яких слід віднести: фізичний знос пристроїв, відсутність виконання планово-попереджувальних робіт, відсутність необхідної кваліфікації у обслуговуючого персоналу, відсутність ресурсного забезпечення виконання планово-попереджувальних робіт, відсутність енергетичної політики у власників портів, відсутність системи енергетичного менеджменту в портах.

Наводяться результати оцінки абсолютних значень втрат електричної енергії при функціонуванні причальних пристроїв електричного живлення, які становлять 5-30% від підведеної до них енергії.

Запропоновані заходи щодо подолання існуючих витрат електричної енергії причальними пристроями електричного живлення, які передані адміністраціям портів.

Список літератури

- [1] Про морські порти України. №4709-17(2012).
 - [2] Кабінет Міністрів України (2013). [Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року](#). Розпорядження від 11.07.2013 за № 548-р
 - [3] Методика визначення нераціонального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів(2008). Наказ НАЕР від 30.09.2008 № 144
 - [4] Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання.(2013). Наказ НАЕР від 21.06.2013 р. № 399
- Y. Kharytonov, V. Holenshin, M. Kharytonov, M. Podaenko

The energy inspect of the river's ports: shore devices of electric power

The main directions of conducting energy audits of river ports are determined. The results of energy audits of electric power supply devices are presented. The main reasons for inefficient use of energy resources, as well as directions for their elimination have been identified.

Keywords: port, energy audits, electric power supply devices , electricity loss

УДК 629.5.01:658:338

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА НА НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ ЦИРКУЛЯЦИИ

Казарезов Анатолий Яковлевич¹, профессор, докт. техн. наук, Огай Сергей Александрович², доцент, докт. техн. наук, Войлошников Михаил Владиленович², профессор, докт. техн. наук, Огай Алексей Сергеевич², доцент, канд. техн. наук,

¹Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова; ¹Украина; ^{2, 3} и ⁴Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского; ²Россия

¹ KazariezovAnatoli1950@gmail.com; ² Ogay@msun.ru;

³ michael.vladlen@gmail.com; ⁴ ogay_a@msun.ru

Аннотация. В работе рассмотрены формулы Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко для расчета скорости движения судна на эволюционном этапе циркуляции. Приведены сравнительные расчетные характеристики эволюционного периода циркуляции в зависимости от формулы для расчета движения судна. Предложены рекомендации по выбору формулы для расчета скорости движения судна на эволюционном этапе циркуляции. Рекомендации полезны предприятиям и организациям, которые осуществляют расчеты маневренных характеристик судов.

Ключевые слова: судно; маневренные характеристики; расчет циркуляции судна; скорость движения судна на эволюционном этапе циркуляции

Введение

Маневренные характеристики являются важной характеристикой судна как транспортного средства. Определение характеристик движения судна на циркуляции: диаметра круговой траектории, выбега, смещения, угла дрейфа, угловой скорости, курсового угла и скорости хода позволяет оценить маневренные характеристики, что важно, как при проектировании судна, так и при его эксплуатации.

В настоящей работе осуществлена попытка на примере расчета характеристик циркуляции тестового судна показать достоинства и недостатки формул для расчета скорости движения судна на эволюционном этапе циркуляции. Приведены рекомендации по применимости формул для расчета скорости движения судна на неустановившейся циркуляции.

Определение характеристик судна при неустановившемся движении на циркуляции производится путем решения системы нелинейных дифференциальных уравнений движения судна. Уравнения движения судна записываются как уравнения равновесия сил в проекции на оси системы координат, связанной с судном, и уравнение равновесия моментов относительно точки пересечения диаметральной плоскости судна с плоскостью мидель-шпангоута [2, стр. 321, 3, стр. 93]. Система трех уравнений связывает параметры неустановившегося периода циркуляции – угол дрейфа судна, угловую скорость вращения судна и скорость хода судна. Рассматривается краевая задача.

В начальный момент времени судно движется с постоянной скоростью, угол дрейфа и угловая скорость вращения судна равны нулю. В момент окончания эволюционного периода циркуляции судна угол дрейфа, угловая скорость вращения судна и скорость хода судна равны соответствующим величинам установившейся циркуляции судна. Параметры установившейся циркуляции судна находятся из отдельного решения и считаются определенными заранее.

При решении системы уравнений движения судна предполагают, без потери точности расчетов, мгновенную перекладку руля и использование приближенной зависимости скорости хода судна от параметров движения (времени или иных параметров). Указанный прием позволяет систему трех дифференциальных уравнений свести к системе двух уравнений – для двух переменных: угла дрейфа судна и угловой скорости вращения судна. Третье уравнение, определяющее скорость движения судна рассматривается отдельно.

Вносятся допущения о характере зависимости скорости хода судна на неустановившемся этапе циркуляции от величины элементов движения судна [2, стр. 332, 3 стр. 107].

Методика расчета параметров движения судна на неустановившейся циркуляции с учетом нелинейной гидродинамических характеристик судна изложена в справочной литературе [2, стр. 339; 3, стр. 96]. В уравнениях движения рассматривается нелинейная зависимость боковой силы, действующей на корпус судна, от угла дрейфа. Порядок и пример расчета элементов движения судна с учетом нелинейности гидродинамических характеристик изложены в справочниках [2, стр. 341; 3, стр.102; 1 стр. 96].

Нерешенной частью проблемы является отсутствие оценки границ применения формул Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко для расчета скорости движения судна на неустановившейся циркуляции.

Цель работы

Исследование направлено на разработку рекомендаций по диапазону использования формул Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко для расчета скорости движения судна на неустановившейся циркуляции и поиск пути совершенствования указанных формул.

Основная часть

Методика расчета элементов неустановившегося движения судна с учетом нелинейности гидродинамических характеристик, разработанная Р.Я. Першицем, получила признание и опубликована в справочной литературе [2, стр. 339; 1 стр. 96]. Методика в первом и втором изданиях сопровождается примерами, что позволяет воспроизвести расчеты, выполненные автором. В первом издании справочника для расчета скорости движения судна на неустановившейся циркуляции используется формула, предложенная Р.Я. Першицем. Во втором и третьем издании используется формула, разработанная Г.Е. Павленко [5, стр. 159].

Формулы для расчета скорости движения судна на неустановившейся циркуляции условно подразделяются на две группы. К первой группе формул относятся формулы связывающие скорость хода судна на эволюции с другими параметрами движения – углом дрейфа, радиусом циркуляции – формулы Р.Я. Першица, А.М. Басина, Г.А. Фирсова. К.К. Федяевский предложил уравнение, решение которого позволяет определить мгновенное значение скорости судна на неустановившейся циркуляции [2, стр. 332; 3, стр. 107]. Предлагается и формула [5], связывающая скорость судна на неустановившейся циркуляции с квадратом угла дрейфа.

Обоснованием для применения формул первой группы служит гипотеза стационарности К.К. Федяевского - «определяя действующие на корабль гидродинамические силы и моменты неинерционной природы, полагают, что при неустановившемся движении в каждый момент времени они равны силам и моментам, действующим на корабль, совершающий стационарное движение с теми же основными элементами». Гипотеза стационарности К.К. Федяевского использовалась как упрощающее допущение при составлении уравнений движения корабля [1 стр. 560] и при расчете элементов маневренного и эволюционного периодов циркуляции [2, стр. 320]. Использование гипотезы стационарности позволяет выполнить граничные условия в момент окончания эволюционного периода циркуляции судна, в который угол дрейфа, угловая скорость вращения судна и скорость хода судна равны соответствующим величинам установившейся циркуляции судна.

Формула Р.Я. Першица, относящаяся к первой группе формул и связывающая скорость хода с квадратом радиуса циркуляции, была использована для определения скорости хода судна на неустановившейся циркуляции [1 табл. 2, стр. 589]. Во втором издании упоминаемого справочника формула Р.Я. Першица была отвергнута самим автором методики Р.Я. Першицем на основании того, «что время установления (т. е. время от начала перекладки руля до достижения данным параметром движения установившегося значения), для всех параметров циркуляции одинаково. Между тем, как показал К.К. Федяевский, время установления скорости заметно отстает от времени установления угла дрейфа [2, стр. 332]».

Указанный К.К. Федяевским факт и является основанием для замены системы трех дифференциальных уравнений системой двух уравнений - для угла дрейфа судна и угловой скорости поворота и уравнением для скорости движения, решаемым отдельно.

Из рассмотрения примера расчета неустановившегося движения корабля с учетом нелинейности, приведенного в [1, стр. 586, табл. 12, стр. 593], следует, что в момент времени $t_y = 6$ угол дрейфа судна, исправленная угловая скорость и скорость хода судна достигают одновременно установившихся значений. Графики, приведенные в [1, стр. 590, рис. 35], также подтверждают этот факт.

К.К. Федяевским в [6, стр. 313, рис. 181; стр. 324, рис. 186] приведены результаты расчета зависимости скорость хода, угла дрейфа и угловой скорости движения от безразмерного пути, проходимого судном на эволюции. Из анализа графика на рисунке 186 [6, стр. 324] в указанной книге следует, что угол дрейфа и угловая скорость достигают установившихся значений по прохождении трех длин судна, что соответствует примерно трем единицам безразмерного времени процесса эволюции.

Из графика на упоминаемом рисунке 181 [6, стр. 313] следует, что безразмерная скорость хода судна на эволюции достигает установившегося значения по прохождении пяти длин судна, что соответствует примерно пяти единицам безразмерного времени процесса. Для разных судов при различных углах перекладки руля указанное соотношение может быть иным, однако соотношение указанных характеристик траектории движения судна должно сохраняться. Скорость хода, угол дрейфа и угловая скорость в решении К.К. Федяевского асимптотически приближаются к соответствующим значениям на установившейся циркуляции, что

с определенной погрешностью позволяет удовлетворить граничным условиям в момент окончания эволюционного периода циркуляции судна.

Для соблюдения факта отставания установления скорости от угла дрейфа и угловой скорости судна на траектории эволюции, замеченного К.К. Федяевским, в качестве альтернативы формуле Р.Я. Першица во втором издании справочника в методике Р.Я. Першица использована формула Г.Е. Павленко [2, стр. 332].

Формула Г.Е. Павленко относится ко второй группе формул [2, стр. 332; 3, стр. 107; 5, стр. 159]. Построение формулы Г.Е. Павленко объясняет следующим образом. «Путем детальной обработки многочисленных записей движения судов и моделей на эволюции нами был установлен характер изменения скоростей движения с момента начала перекладки руля и до установления постоянной циркуляции. Скорость перед началом маневра, имевшая значение v_0 , начинает падать сначала весьма медленно, затем быстрее, но после некоторого момента темп падения снова замедляется и скорость очень медленно приобретает окончательное значение v_y , одновременно с выходом на циркуляцию постоянного радиуса [5, стр. 159].»

Формула Г.Е. Павленко для скорости «наилучшим и простейшим образом описывающая изменение скоростей при эволюции, имеет вид»:

$$\bar{v}_c = \frac{v_c}{v_0} = 1 - (1 - v_y \sin^2(\frac{\pi}{2} \frac{\tau}{\tau_y})),$$

где: v_c – мгновенная скорость движения судна на циркуляции, v_0 – скорость движения судна до начала циркуляции, v_y – установившаяся скорость движения судна на циркуляции, τ – безразмерное время движения судна на неуставившейся циркуляции, τ_y – безразмерное время установления скорости.

По мнению Г.Е. Павленко [5, стр. 160], основанному на наблюдениях над судами и моделями для различной скорости движения судна и при разной величине диаметра циркуляции можно установить следующее эмпирическое положение: «До полного установления циркуляции проходит время, необходимое для того, чтобы судно, идущее со своей первоначальной скоростью, прошло путь, равный шести собственным длинам». Таким образом, Г.Е. Павленко при условии мгновенной перекладки руля рекомендует принимать в расчетах относительное время эволюционного этапа равным шести: $\tau_y = 6$ [2, стр. 332; 3, стр. 107].

Тем самым на основании опытных данных предполагается, что закон изменения скорости на эволюции для всех судов и кораблей одинаков, а относительное время процесса равно шести единицам. В той же работе Г.Е. Павленко описан характер изменения кривизны траектории, начиная от нулевого ее значения до окончательного, наступающего при установившейся циркуляции [5, стр. 160].

Для определения радиуса кривизны траектории Г.Е. Павленко рекомендует «наиболее точную и простую» формулу:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_y} (\sin^2(\frac{\pi}{2} \frac{\tau}{\tau_y})),$$

где R_y – радиус установившейся циркуляции, которая соответствует его выводу о том, что по истечении времени τ_y судно, пройдя путь S_y , приобретает постоянную скорость v_y и будет иметь неизменный радиус циркуляции R_y .

Тем самым на основании опытных данных предполагается, что закон изменения радиуса кривизны траектории на эволюции для всех судов и кораблей одинаков, а относительное время процесса равно шести единицам. Скорость и радиус циркуляции по Г.Е. Павленко одновременно достигают установившихся значений, что противоречит результатам К.К. Федяевского [6, стр. 313, рис. 181; стр. 324, рис. 186].

Для исследования методики расчета движения судна на неуставившейся циркуляции с учетом нелинейной гидродинамических характеристик, изложенной в справочниках [2, стр. 339; 3, стр. 96], авторами данной работы был воспроизведен алгоритм расчета характеристик судна. Расчетный вариант строился для тестового судна, выбранного авторами справочника в [2, стр. 335, 360]. Алгоритм полностью соответствовал примеру расчета, выполненному по методике Р.Я. Першица и изложенному в справочнике [2, стр. 341 - 347]. Для судна выполнены сравнительные расчеты параметров движения на неуставившейся циркуляции при использовании формул Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко. Результаты сравнительных расчетов приведены в таблице 1.

Таблиця 1

Параметры движения центра тяжести судна на неустановившейся циркуляции
(нелинейная схема расчета)

№ точки на рис.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Время, "t"	0	0,75	1,5	2,25	3	3,75	4,5	5,25	6
Траектория движения при определении скорости по формуле Г.Е. Павленко									
Координата, "X"	0	0,742	1,461	2,127	2,704	3,156	3,467	3,640	3,687
Координата, "Y"	0	-0,006	0,018	0,147	0,407	0,775	1,207	1,658	2,115
Траектория движения при определении скорости по формуле Р.Я. Першица									
Координата, "X"	0	0,742	1,364	1,916	2,412	2,850	3,206	3,462	3,604
Координата, "Y"	0	-0,004	0,009	0,084	0,248	0,511	0,860	1,274	1,723
Сравнение траектории движения при использовании формул Г.Е. Павленко и Р.Я. Першица									
Координата, "X"	0	0,000	0,097	0,211	0,292	0,306	0,261	0,178	0,083
Курсовой угол судна, град.									
По Г.Е. Павленко	0	4,8	16,6	32,0	48,6	64,9	81,0	96,7	106,3
По Р.Я. Першицу	0	4,5	14,8	27,3	41,0	55,5	70,2	85,4	100,5
Относительная скорость хода									
По Г.Е. Павленко	1	0,98	0,94	0,88	0,82	0,75	0,68	0,62	0,61
По Р.Я. Першицу	1	0,93	0,78	0,71	0,69	0,68	0,66	0,65	0,61

Сопоставление траекторий движения судна, рассчитанных по формуле Р.Я. Першица и по формуле Г.Е. Павленко (рис. 1) показывает геометрическое совпадение по форме траектории и определенное расхождение по скорости движения.

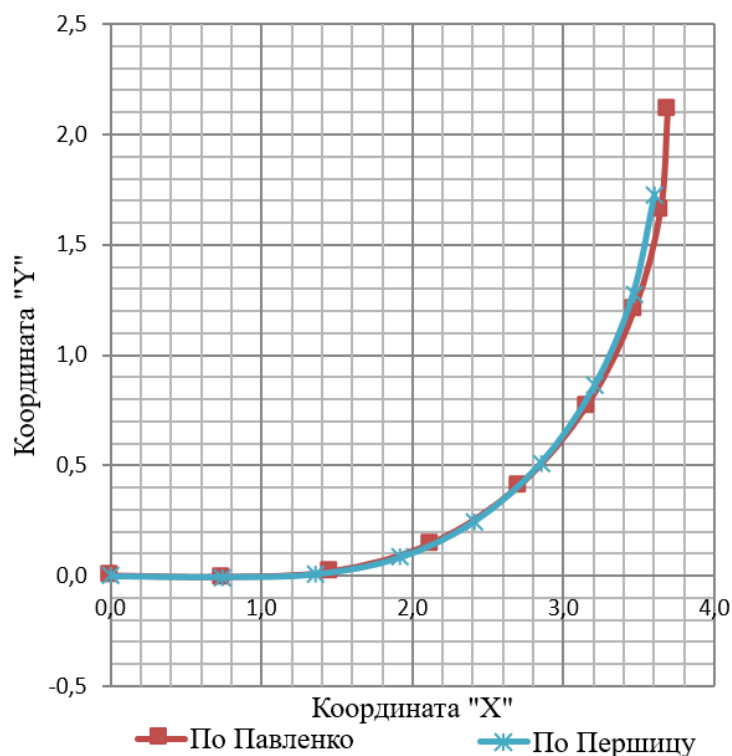


Рис. 1 Траектории движения центра тяжести судна для зависимостей снижения скорости судна по Р.Я. Першицу и Г.Е. Павленко (нелинейная схема)

Расхождение результатов расчета можно объяснить отличием зависимости замедления скорости на неустановившейся циркуляции. В обоих расчетах отставания времени установления скорости от времени установления угла дрейфа и угловой скорости вращения судна не наблюдалось, что противоречит результатам, полученным К.К. Федяевским [6, стр. 313, рис. 181; стр. 324, рис. 186].

Во втором и третьем изданиях справочника для формулы Г.Е. Павленко сделана оговорка, что если «... относительное время установления угла дрейфа более шести единиц, то в формулу Г.Е. Павленко следует подставлять значение времени установления скорости t_y , соответствующее времени установления угла дрейфа [2, стр. 332; 3, стр. 107]». Указанная рекомендация в работе Г.Е. Павленко [5] отсутствует в отличие от рекомендации в справочниках, так как в обозначенном случае одновременности установления дрейфа и скорости движения судна быть не может.

Пример расчета элементов движения судна с учетом нелинейности, приведенный в справочнике [2, стр. 341; стр. 345, рис.61; табл. 8, стр. 347], показывает, что в момент времени $t_y = 6$ угол дрейфа судна, исправленная угловая скорость и скорость хода судна достигают одновременно установившихся значений, это не подтверждает цели замены формулы Р.Я. Першица на формулу Г.Е. Павленко [2, стр. 332].

Выводы

1. Экспериментальная формула для расчета падения скорости хода судна на неустановившейся циркуляции, построенная Г.Е. Павленко по данным наблюдений, нормирует время и форму переходного процесса от первоначального момента до окончания эволюции судна на циркуляции.
2. Формулы Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко для расчета изменения скорости хода на неустановившейся циркуляции судна дают близкие результаты при малых углах перекадки руля или при кратковременных маневрах, выполняемых в начальный период движения судна по эволюционной траектории. Для расчета характеристик движения при маневрировании во время окончания эволюционного периода циркуляции формулы Р.Я. Першица и Г.Е. Павленко требуют уточнения.
3. Результаты применения формулы Г.Е. Павленко для определения радиуса кривизны траектории судна на неустановившейся циркуляции, построенная на той же экспериментальной базе, что и формула для расчета снижения скорости хода судна на неустановившейся циркуляции, отличаются от результатов применения формул по методике Р.Я. Першица.
4. Формула Г.Е. Павленко для расчета падения скорости хода судна на неустановившейся циркуляции, введенная Р.Я. Першицем в методику вместо формулы Р.Я. Першица, не выполнила своего назначения. При использовании в расчетах формулы Г.Е. Павленко скорость хода, угол дрейфа и угловая скорость переходят к установившимся значениям одновременно, что противоречит выводам К.К. Федяевского и ряда иных исследователей.
5. Методика Р.Я. Першица для расчета характеристик движения судна на неустановившейся циркуляции могла бы быть уточнена на предмет соответствия результатам К.К. Федяевского относительно отличия времени установления скорости движения судна от времени установления угла дрейфа и угловой скорости поворота судна.

Список источников

- [1]. Войткунский Я.И. (1960). Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость. Я.И. Войткунский, Р.Я. Першиц, А.И. Титов. Л.: Государственное союзное издательство судостроительной промышленности.
- [2]. Войткунский Я.И. (1973). Справочник по теории корабля. Судовые движители и управляемость. Я.И. Войткунский, Р.Я.Першиц, А.И.Титов. Л.: Судостроение.
- [3]. Войткунский Я.И. (Ред.). (1985). Справочник по теории корабля: В трех томах. (Т. 3) Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания. Л.: Судостроение.
- [4]. Казарезов А.Я., Донченко М.В. (2018). Визначення швидкості ходу судна на несталій циркуляції. Могилянські читання – 2018 : Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти. XXI Всеукр. Наук.-метод. конф.: Тези доповідей. Комп'ютерні науки. Технічні науки. – Миколаїв: ЧНУ ім. Петра Могили.
- [5]. Павленко Г.Е. (1949). Проблемы статики корабля. Г.Е. Павленко. М., Л.: Морской транспорт.
- [6]. Федяевский К.К. (1963). Учебное пособие. Управляемость корабля. К.К. Федяевский, Г.В. Соболев. Л.: Государственное союзное издательство судостроительной промышленности.

Anatoly Ya. Kazariezov, Sergei A. Ogai, Michael V. Voyloshnikov, Alexey S. Ogai
Calculation of speed of movement of a vessel on the unsteady circulation

The summary. The formulas of R.J.Pershits and G.E.Pavlenko are considered in the article for the determining of ship velocity on the evolutionary regime of ship circulation movement. The comparative settlement characteristics of the evolutionary regime of the circulation are given in the dependence on the formulas options for calculation of ship velocity. The recommendations are offered for the choice of the formula for the determining of ship velocity on the evolutionary regime of ship circulation movement. The recommendations are useful for the companies and the bodies, which are carrying out the calculations of ships maneuverability characteristics.

Key words: ship; maneuverability characteristic; ship circulation movement; ship velocity; the evolutionary movement regime

Казарезов А.Я., Огай С. О., Войлошников М.В., Огай О. С.

Розрахунок швидкості руху судна на несталій циркуляції

Анотація. В роботі розглянуті формули Р.Я. Першица і Г.Е. Павленко для розрахунку швидкості руху судна на еволюційному етапі циркуляції. Наведено порівняльні розрахункові характеристики еволюційного періоду циркуляції в залежності від формули для розрахунку швидкості руху судна. Запропоновано рекомендації по вибору формули для розрахунку швидкості руху судна на еволюційному етапі циркуляції. Рекомендації корисні підприємствам та установам, що здійснюють розрахунки маневрових характеристик суден.

Ключові слова: судно; маневрові характеристики; розрахунок циркуляції судна; швидкість руху судна на еволюційному етапі циркуляції

УДК 627.09

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПОРТОВИХ ПУНКТИВ НАЛИВУ БЕНЗОВОЗІВ

Кологривов Михайло Михайлович, кандидат технічних наук, доцент¹
Андріанов Константин Георгійович, керівник виробничо-технічного відділу²

¹Одеська національна академія харчових технологій; Україна, Одеса

²Торгова компанія Ювента; Україна, Одеса

¹ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1959-8615>, ¹E-mail: klgrvmm@rambler.ru

² E-mail: konstantin_andrianov@yuventa.com

Анотація: Розглядається експлуатація пункту наливу нафтопродуктів в порту «Південний». Використовується експериментальний та натурний метод дослідження. В якості критерію розглядається час наливу продукту в бензовоз. Рекомендовані напрямки поліпшення ефективності наливу.

Ключові слова: нафтопродукт, налив, пункт, ефективність, гідравлічний опір

Вступ. Поставки нафтопродуктів через порти України для потреб внутрішнього ринку в першому кварталі 2020 року виросли в 2,7 рази - до 239,8 тисяч тонн. За аналогічний період 2019 року обсяг поставок склав 87,6 тис. тонн - про це свідчать статистичні дані Адміністрації морських портів України [4].

Найбільшим портом з прийому нафтопродуктів залишається Одеса, де перевалка збільшилася на 331% - до 109,4 тис. тонн. Порт Миколаєва за цей період прийняв 70 тис. тонн, у порту —Південному розвантажили 57,7 тис. тонн. Ще 2,6 тис. тонн нафтопродуктів надійшло до порту Чорноморськ. Примітно, що понад 60% усіх поставок за перший квартал 2020 року було здійснено в березні - 160 тис. тонн нафтопродуктів.

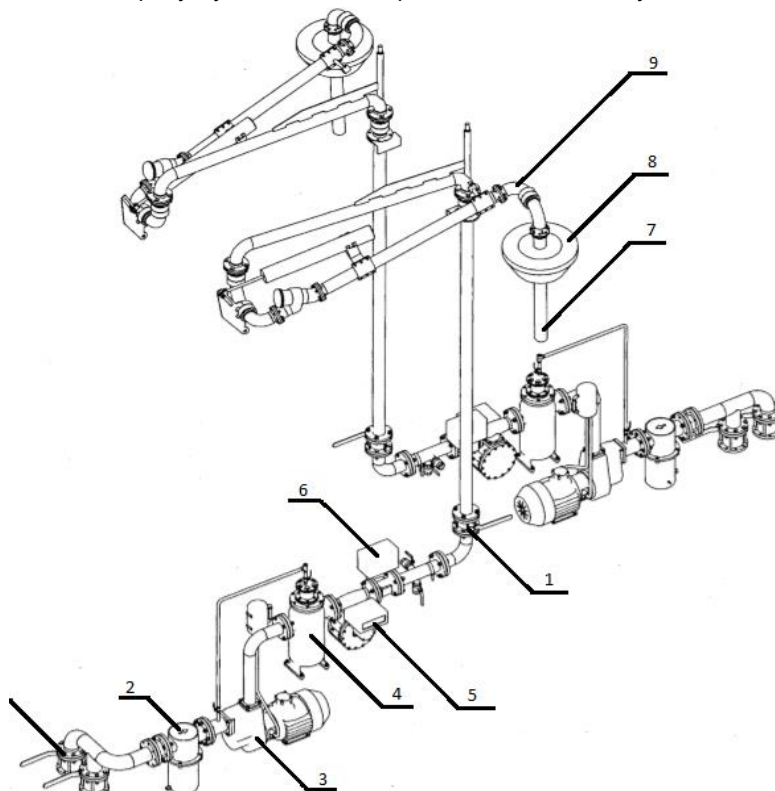
Російські та білоруські світлі нафтопродукти, які транспортуються по одній з ниток трубопроводу «Дружба», є найбільш конкурентоспроможними у сучасний час на території України ніж імпорт по морю. У самій Одесі російський продукт на \$ 10 / т цікавіше, ніж будь-який морський. У разі повного припинення імпорту нафтопродуктів з Росії, українському ринку потрібно замінити 240 тис. тон на місяць. При цьому сценарії морські поставки повинні збільшитися в 4 рази з 34 до 150 тис. тон, за умови, що імпорт з Білорусі зросте з 170 до 220 тис. тон на місяць, а Кременчуцький НПЗ наростить в два рази випуск дизпалива - до 110 тис. тон на місяць. За умови припинення імпорту з Росії та з Білорусі, ринку знадобиться в місяць замінити 410 тис. тон, що потребують зростання переробки Кременчука з поточних 2,2 млн. т до 6,5 млн. т, і зростання морського імпорту до 275 тис. тон з поточних 34 тис. т.

При такій ситуації багато зросте навантаження на залізничну і портову інфраструктуру і при повному припиненні імпорту з Росії та Білорусі відразу замінити ці обсяги буде неможливо. Необхідно створити запаси нафти і нафтопродуктів. Розглядається об'єкт ТОВ «Термінал Стіворінг і К» на території порту Південний. На підприємстві проводиться перевалка світлих нафтопродуктів з «моря на берег» - з танкерів в резервуарний

парк, з наступним навантаженням у залізничні або в автомобільні цистерни. За останні 15-20 років зазнали зміни автомобільні естакади по наливу світлих нафтопродуктах по причині збільшення вантажопідйомності і габаритів автоцистерн.

Метою роботи є розробка рекомендацій для ефективній роботі установок по наливу світлих нафтопродуктів в бензовози. Метод дослідження є експериментально-натурний.

Результати досліджень. На рисунку наведена принципова схема установки автоматизованого і



герметизованого наливу автоцистерн в порту Південний.

1 - кран кульковий Ду100, 2 - фільтр грубої очистки Ду100, 3 - насосний агрегат КМС100-80-180Е, 4 - фільтр-газовідділювач ЕС31, 5 - витратомір-лічильник ZCE5-80 SATAM, 6 - клапан електромеханічний ХАД37, 7 - телескопічний термінал, 8 - гермітичний конус-кришка, 9 - пристрій верхнього наливу 1201 Silea Liquid Transfer SrL (Італія).

Проблемна ситуація при створенні і експлуатації наливного пункту вимагає вирішення в залежності від мети, яка поставлена перед працівниками наливного пункту. Наприклад, такими цілями можуть бути: - мінімальний час заправки на існуючому наливному пункті; - мінімальні фінансові витрати при створенні нового пункту наливу; - мінімальне енергоспоживання при наливанні палива; - мінімальні втрати нафтопродукту під час наливу; - мінімальна матеріаломісткість обладнання наливного пункту; - мінімальна площа, яку займає наливний пункт; - повна автоматизація і просте обслуговування.

Для збільшення пропускної здатності існуючого пункту по бензовозам стоїть завдання зменшити час наливу (τ) нафтопродукту в автоцистерну. До складу пункту входить насос КМС 100-80-180Е, витратомір-лічильник ZCE5-80 [3] та пристрій верхнього наливу серії 1201. Робочий діапазон насоса від 34 до 78 м³/год. При максимальному ККД продуктивність насоса (Q) становить 65 м³/год. Збільшити продуктивність можливо на 20% до 78 м³/год. Відомо, що час наливу зворотно пропорційно продуктивності насоса. Відповідно час наливу зменшиться в 1,2 рази по відношенню до часу оптимальної продуктивності 65 м³/год.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

Якщо ми зменшуємо час наливу і цим досягається позитивний ефект, то де ми програємо? Програш буде в квадратичном збільшенні гідравлічного опору трубопроводів і елементів системи наливу (Δр) по відношенню до збільшення витрати. Для подолання збільшеного опору системи слід збільшувати потужність приводу насоса (N) в кубі по відношенню до зміни витрати.

$$\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \frac{Q_1^2}{Q_2^2} \quad \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{Q_1^3}{Q_2^3}$$

Якщо потрібно збереження потужності приводу насоса при збільшеному витраті рідини, то тоді слід зменшувати гідравлічний опір системи шляхом зміни її конструкції. Із системи видаляють елементи з великим коефіцієнтом гідравлічного опору або замінюють їх на аналогічні елементи з малим коефіцієнтом гідравлічного опору.

Зробимо гідравлічний розрахунок системи наливу в порту Південний. Основні елементи: система обліку «Satam» ($Q = 80 \text{ м}^3/\text{год}$; $P = 10 \text{ бар}$); насос для нафтопродуктів ($Q = 65 \text{ м}^3/\text{год}$; $H = 35 \text{ м.ст.р.}$; $N = 15 \text{ кВт}$) фільтр сітчастий ($D_u = 100$; $P = 6 \text{ бар}$). Додаткові елементи: задувки, лічильник, фільтр-газоотделителя, плотномер, крани шарові, зворотний клапан, запобіжний клапан пристрій для наливу нафтопродуктів, крани манометричні, електромагнітний клапан, манометри, фільтр сітчастий дренажний, гумові компенсатори. Трубопроводи сталеві з діаметром і товщиною стінок, мм: 219×6 і 108×4 ($P_{\text{раб}} = 4 \text{ бара}$; $P_{\text{исп}} = 5 \text{ бар}$).

Обробкою графічної характеристики насоса КМС 100-80-180Е нами було отримано аналітичний вираз для розрахунку його напору і коефіцієнта корисної дії в робочому діапазоні продуктивності. Залежності справедливі для діапазону від 30 до 90 $\text{м}^3/\text{г}$.

$$H = 46,5 - 0,01667 \cdot Q - 0,002222 \cdot Q^2$$

$$\eta = -15 + 0,0667 \cdot Q - 0,01611 \cdot Q^2$$

де H - напір насоса, м.ст. р.; η - ККД насоса, %; Q - продуктивність насоса, $\text{м}^3/\text{г}$.

Для визначення втрат напору при перекачуванні нафтопродукту використана формула [2]

$$H = \frac{P_H}{\rho \cdot g} = (Z_K - Z_H) + \frac{P_K}{\rho \cdot g} + \frac{\sum \xi \cdot W^2}{2 \cdot g} + \frac{\lambda \cdot L_i \cdot W^2}{D \cdot 2 \cdot g}, \text{ м. ст. рідини}$$

де P_H , P_K – тиск рідини на початку і в кінці ділянки трубопроводу, Па; ρ – густина рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$; Z_H , Z_K – висотна відмітка початку і кінця ділянки трубопроводу, м.ст.рідини. ξ - коефіцієнт місцевого опору; λ - коефіцієнт гідравлічного опору трубопроводу; L_i – довжина ділянки трубопроводу, м; W – швидкість рідини в трубі, $\text{м}/\text{с}$; D – діаметр трубопроводу, м; Q – об'ємна витрата рідини, $\text{м}^3/\text{с}$.

Довжина трубопроводу діаметром 200 мм від резервуара з нафтопродуктом до острівця наливу складає 120 м. Сумарна довжина ділянок трубопроводу діаметром 100 мм в системі наливу на острівці прийнята 12 м. Шорсткість внутрішньої поверхні сталевих безшовних труб після декількох років експлуатації прийнята 0,2 мм. Втрата напору на витратомірі прийнята 0,25 м. ст. рідини. Різниця відміток на кінцях трубопроводу системи наливу прийнята 3 м. В таблиці приведені значення місцевих опорів.

Вид місцевого опору	Коефіцієнт опору, ξ	Кількість, шт.
Засувка	0,5	2
Фільтр грубого очищення	1,5	1
Фільтр тонкого очищення	10	1
Зворотний клапан	14 і 34	1
Запобіжний клапан	0,5	1
Поворот на 90°	1	5
Вихід потіка в ємність	1	1

На основі гідравлічного аналізу роботи існуючої системи визначено, що основні втрати напору (40% від загальних втрат) відбуваються на зворотному клапані. Для збільшення витрати нафтопродукту слід замінити зворотний клапан на аналогічний з меншим коефіцієнтом опору. Така заміна клапана дозволила зменшити втрати напору на 5,3 м.ст. р. (з 35,1 до 29,9 м.ст.р.) ..

За отриманими даними поєднуємо характеристику насоса і характеристики системи наливу при використанні зворотного клапана з коефіцієнтом опору ($\xi = 14$) та зворотного клапана з коефіцієнтом опору ($\xi = 34$).

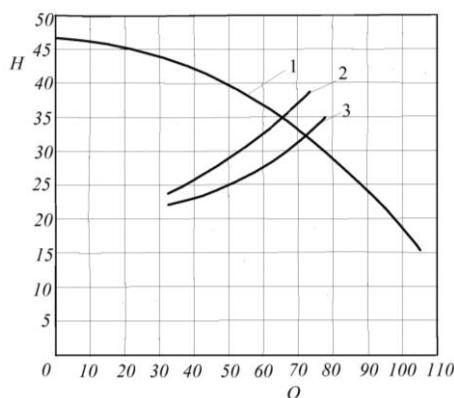


Рис. Характеристика насоса КМС 100-80-180 (крива 1); втрати напору в системі з коефіцієнтом опору зворотного клапана $\xi=34$ (крива 2); втрати напору в системі з коефіцієнтом опору зворотного клапана $\xi=14$ (крива 3): H – м.ст.рідини.; Q – $\text{м}^3/\text{год}$.

Висновки. Заміна зворотного клапана з коефіцієнтом опору $\xi=34$ на аналогічний зворотний клапан з коефіцієнтом опору $\xi=14$ дозволяє збільшити витрату бензину в системі наливу з $65 \text{ м}^3/\text{год}$ до $74 \text{ м}^3/\text{год}$.

Проведено експеримент по підрахунку часу потрібного для наповнення одного бензовозу. Об'єм середнього полупричепа-автоцистерни 36 м^3 , який розділений на 5 секцій по $7,2 \text{ м}^3$ кожна. Експеримент показав, час наливу при продуктивності насосної станції КМС100-80-180 в середньому $65 \text{ м}^3/\text{год}$ сягає 33,2 хвилини при ідеальних умовах. Треба додати час на плавний пуск і уповільнення в кінці для точного завершення заданої дози. На це в середньому — 4 хвилини. Перестановка наливного пристрою з однієї секції в наступну, на цю операцію в середньому 3 хвилини. Введення дози на пульті автоматизованої системи автоналиву, перевірка документів на це в середньому 5 хвилин. Переїзд бензовоза з одного місця на інше вздовж острівця з повторним підключенням пристрою заземлення, переходом оператора з естакади на бензовоз ще 10 хвилин. В результаті для обслуговування одного бензовоза йде 55,2 хвилини.

Заміна клапана дозволила скоротити час наливу з 33,2 хв до 29,2 хв і відповідно зменшити загальний час обслуговування до 51,2 хв.

Швидкість світлого нафтопродукту в трубопроводах наливу, обмежується через ймовірне виникнення статичного електричного заряду [1]. Для діаметра колектора 200 мм значення швидкості обмеження становить 3 м/с при перекачуванні бензину. Так як питомий об'ємний електричний опір бензину становить $3,1 \cdot 10^9 \div 2,0 \cdot 10^{11} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, то значення швидкості бензину в наливному трубопроводі не повинно перевищувати 5 м/с при будь-яких великих діаметрах. При новому підвищенні витраті швидкість бензину в наливному трубопроводі 2,8 м/с, що менше максимально допустимої. Існуючий колектор дозволяє встановити додатково кілька пристроїв наливу.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бобровский С. А., Яковлев Е. И. (1983) *Защита от статического электричества в нефтяной промышленности*. Москва.: Недра.
2. Коршак А. А., Коробков Г. Е., Муфтахов Е. М. (2006) *Нефтебазы и АЗС. Учебное пособие*. Уфа: ДизайнПолиграфСервис,
3. SATAM ZCE 5-24 - ZCE 5-48, ZCE 5.80, ZCE 5.150 (2012) Измерительный блок. Описание, установка, эксплуатация. U508098. Редакция 5. 23 февраля 12 года.
4. Экономическая правда (2020) Импорт нефтепродуктов через украинские порты вырос на 70%. Взято з <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2020/06/23/662167/>

FEATURES OF OPERATION OF PORT POINTS OF FILLING OF TANKERS

Kologrivov Mykhailo Mykhailovych,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor¹ Andrianov Konstantin Georgievich, head of production and technical department²

Odessa

¹Odessa National Academy of Food Technologies; Ukraine,

² Juventus Trading Company; Ukraine, Odessa

¹ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1959-8615>, ¹E-mail: klgrvmm@rambler.ru

² E-mail:

konstantin_andrianov@yuventa.com

Abstract: The operation of the oil filling station in the port of "Southern" is considered. An experimental and field method of research is used. The time of pouring the product into the fuel truck is considered as a criterion.

Recommended areas for improving the efficiency of filling. **Key words:** oil product, filling, point, efficiency, hydraulic resistance

Секція. 14.

ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ

УДК 354:355:359

ШЛЯХИ РЕФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ: ЗОВНІШНІ ТА ВНУТРІШНІ ЗАГРОЗИ

Гайдук С. А., Національна академія державного управління при Президентові України

Україна, Київ

ORCID: 0000-0003-0693-2944, E-mail – sergy.gayduk@gmail.com

Анотація

На підставі виконаного аналізу визначені основні зовнішні та внутрішні загрози для України з морського напрямку. Серед зовнішніх загроз відмічено сформовану з боку РФ в Криму систему носіїв ядерної зброї, а також ряд можливих сценаріїв дій РФ по створенню територіальних утворень. Серед внутрішніх загроз – безсистемність при формуванні державної морської політики, відсутність державного органу, який формує державну морську політику тощо. Наводяться шляхи щодо виходу з існуючого кризового стану.

На теперішній час актуальною проблемою підвищення рівня обороноздатності України слід вважати реформування її Військово-Морських Сил, про що свідчать існуючі нормативно-правові документи [1,3,4].

Реформування національних Військово-Морських Сил повинно бути адекватним рівню можливих загроз: як зовнішніх, так і внутрішніх, як нинішніх, так і перспективних, що актуалізує питання їх визначення та робить це науково-прикладне завдання таким, що має загальнодержавне значення.

Про зовнішні загрози говорять давно і багато – це, безумовно, виклики світовому порядку, які характеризуються агресивними діями РФ на Чорному та Азовському морях не лише по відношенню до України, але й до країн НАТО. Це протидія до операції НАТО «Атлантична рішучість» та її концепції «Спеціальної передової присутності» в Чорному морі. «Спеціальна передова присутність» НАТО на південно-східному фланзі передбачає посилення військових спроможностей регіональних країн-членів НАТО (Румунія, Болгарія, Туреччина) та нарощування тренувальної і координаційної діяльності.

Щодо визначення основних зовнішніх загроз для України з боку моря слід відмітити наступні:

- в Криму сформовано «тріаду» носіїв тактичної ядерної зброї: авіація, кораблі та берегові ракетні війська, здійснюється відновлення сховищ ядерного зброї;
- не працюючі регіональні ініціативи «Чорноморська гармонія», «BlackSeaFor» та регіональний Договір довіри і безпеки;
- один із можливих сценаріїв дій РФ в Азово-Чорноморському регіоні – створення квазітериторіального утворення «Бесарабська народна республіка», за принципом «нас там не має», на кордоні з Румунією – країною НАТО та ЄС.

При визначенні внутрішніх загроз слід враховувати досвід кримських подій 2014-го, дій по недопущенню створення Одеської, Миколаївської та Бесарабської народних республік, відновлення бойової готовності ВМС України після виходу з Криму та участі у війні на сході України.

Які ж вони – внутрішні загрози? Який їх рівень, характер та причинно-наслідкові обриси?

Експертний дискурс про значні ризики подальшої військової інтервенції РФ проти України саме з Азово-чорноморського регіону наштовхує на роздуми – чи має українська влада «морське мислення», а відповідно і розуміння значення державної морської політики для просування та захисту національних інтересів, ліквідації загроз з морського напрямку?

Що ж вибирає Україна ситуативність чи системність та послідовність в державній морській політиці?

Порівнюємо два Укази [2, 3] – два підходи до державної морської політики. Очевидна «політична біполярність»: російський указ – документ стратегічного планування, український – ситуативний, який «побачив світ» після фактичної окупації РФ Азовського моря та блокування судноплавства до українських портів

Маріуполь та Бердянськ. Але ж історично, з моменту незалежності, Азовське море не розглядалося Україною як пріоритет, так як і державна морська політика на ньому. Чи можливо знайти згадки про необхідність утримання на Азовському узбережжі військово-морських формувань в періодичних 5-річних Державних програмах розвитку ЗС України? Морські ж прикордонники, при відсутності демаркованого та делімітованого морського кордону в Азовському морі, виконували функції більше забезпечення, а ні ж його охорони.

З однієї сторони, системна політика РФ щодо Криму та Севастополя, яку було розпочато, фактично, з отриманням незалежності України, та розуміння російської влади, що військовий флот, а в даному випадку – це Чорноморський флот РФ є інструментом реалізації зовнішньої політики, з іншої сторони – успадковане/стале не бажання української влади займатися державною морською політикою. Проблеми, які пов'язані з морською діяльністю, викликами та загрозами в цій сфері сприймаються нею та суспільством ситуативно, як факт. Є факт – є реакція на нього, і так до наступного факту.

А результат плачевний – втрачаємо Чорне та Азовське моря, даємо можливість РФ перетворити Чорне море в «російське озеро».

Сьогоднішній Чорноморський флот РФ, наразі, налічує до 50 бойових кораблів та підводних човнів, з них 6 надводних кораблів та 6 підводних човнів є носіями крилатих ракет морського базування типу «Калібр». При цьому їхній сумарний ракетний залп складає 72 крилаті ракети, а до 2022 року планується його збільшення – до 152. А якщо до цього ще додати авіацію та берегові ракетні комплекси, розгорнуту систему ППО та висвітлення надводної і підводної обстановки. І все це нарощування здійснено, практично, з 2014 року.

А які ж українські військово-морські аргументи та здобутки сьогодні? Броньовані катери прибережного плавання з потребою у виробничому удосконаленні, тривалі за часом випробування ракетної зброї та «сучасний ленд-ліз» від США у вигляді 2-ох катерів берегової охорони, а також, ще можна згадати морську піхоту, яка використовується як підрозділи сухопутних військ за відсутності достатньої кількості десантних кораблів та катерів.

Федеральній цільовій програмі «Мировой океан» РФ Україна може протиставити фактично заморожену, з 2014 року, програму будівництва національного корвету, не імplementовану Морську доктрину України та корпоративну Стратегію ВМС України без ресурсного забезпечення.

Щоб перемагати противника на морі – треба його «бачити», треба його вивчати та аналізувати, в кінці кінців, треба його випереджати.

В вищезгаданому українському Указі задекларовано формування державної цільової програми створення державної інтегрованої інформаційної системи висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторіях Чорного і Азовського морів та басейнах річок Дніпро і Дунай

На жаль, державна програма не затверджена, а відповідно і не фінансується. Продовжують діяти окремі відомчі системи – Міністерства оборони, прикордонників Міністерства внутрішніх справ та Мінінфраструктури. Хоча досвід Румунії показав, що таку систему можна створити та провести її внутрішнє і зовнішнє інтегрування, в т.ч. з НАТО протягом 5-ти років.

В той же час РФ на Чорному та Азовському морях розгортає елементи єдиної державної системи висвітлення надводної та підводної обстановки. Крім того, фактично окупувала підводний простір Чорного моря.

Щоб зрозуміти рівень внутрішніх загроз, Морська доктрина України на період до 2035 року, на відміну від російської, носить пасивний характер, в якій ВМС України відводиться функція забезпечення. Це і не дивно – в країні, яка веде війну на морі, головним розробником та відповідальним за видання Морської доктрини було визначено Мінінфраструктури при функції співвиконавця – Міноборони. Здається, очевидний управлінський «перекосяк».

Чи можливо ліквідувати зовнішні загрози якщо залишаються не ліквідованими внутрішні загрози?

Хто ж є формувачем державної морської політики України? Який державний орган?

В Україні створена парадоксальна ситуація, коли види морської діяльності (*зафіксовані в Конвенції ООН з морського права 1982 року, яка ратифікована Верховною Радою України у 1999 році*) розподілені між міністерствами українського Уряду, які формують їх регуляторну політику, а в цілому відповідального за державну морську політику, за формування кроссекторальних зв'язків між міністерствами та їх стратегіями – не має. А наприклад, військово-морська діяльність знаходиться в фокусі декількох міністерств: Міністерства оборони, Міністерства внутрішніх справ та інших.

Можливо цим і пояснюється ситуативність та безсистемність при формуванні державної морської політики, коли політична влада приміряє її під себе: то будуємо національний корвет, а потім зупиняємося і будуємо катери прибережного плавання; оголошуємо в доктринальних документах та в Стратегічному оборонному бюлетені нереальні завдання щодо відновлення інфраструктури ВМС України після звільнення

Криму до 2020 року; декларуємо побудову оборони з моря від свого берегу при світових тенденціях її побудови від берегів противника.

Що робити? Яким чином наблизити зусилля НАТО та України до виходу зі стану «штилю» морської діяльності України?

Законодавча та виконавча генерація на державному рівні питань державної морської політики потребує:

а/ створення органа-формуваця державної морської політики з особливим статусом, який би мав управлінський рівень вищий ніж міністерський.

Окрім формування внутрішньої морської політики, цей орган повинен формувати і зовнішню морську політику, взаємодіяти та постійно розвивати співпрацю з НАТО, ЄС та іншими регіональними та міжнародними мережами безпеки на морі.

Довідково. 1995 рік – створено Комісію з питань морської політики при Президентові України. В 2000 році комісія була ліквідована в ході проведення адміністративних реформ.

2004 рік - постановою КМУ створено Координаційну раду з питань розвитку морської індустрії. Рада, не почавши працювати, була ліквідована в 2005 році.

Одним з найбільш цікавих досвідів у цій сфері є створення у Великій Британії Національного морського інформаційного центру/National Maritime Information Centre (м. Портсмут), який є незалежним державним органом, що представляє інтереси всіх зацікавлених сторін уряду Великої Британії з питань морської безпеки.

Ініціативною групою вже розроблено Концепцію цього органу та подано на розгляд в рамках проектних ініціатив Національної академії державного управління України для Президента та Уряду України.

б/ ревізії нормативно-правової бази та приведення її до міжнародних стандартів

Відсутність стратегічних «морських» документів – Закону України «Про морську політику», Національної Стратегії морської безпеки, не актуальність існуючої Морської доктрини України на період до 2035 року, не дають можливості чітко визначити напрямки розвитку державної морської політики, розробляти та приймати державні цільові програми фінансування (як приклад, Державну цільову програму розвитку кораблебудування), планувати функціонування цілих галузей національної економіки, які пов'язані з морською діяльністю.

Безумовно треба міняти парадигму «радянсько-російських» підходів до системи нормативно-правового забезпечення морської безпеки, і говорити, як приклад, про досвід Великої Британії, де Національна стратегія морської безпеки, 2014р. є складовою Стратегії національної безпеки чи Доктрина морської міці (JDP 0-10), 2017р. є складовою Оборонної Доктрини (JDP 0-01) та Доктрини Об'єднаних Операцій (JDP 01).

в/ отримання преференцій від НАТО в якості новітніх зразків морського озброєння, виробництво яких в перспективі можна було б розгорнути в Україні, що значно підвищить бойовий потенціал ВМС України та дозволить говорити про ліквідацію чи зниження рівня окремих загроз з морського напрямку. Крім того, бути сумісними по морським зразкам озброєння і процедурам з НАТО. Наприклад, протимінні кораблі – ліквідація мінної загрози; десантні кораблі/катери – відродження морської десантної підготовки морської піхоти та висадка морських десантів; підводні човни як наступальна зброя – знищення кораблів противника, постановка мінних загороджень, ведення розвідки, висадка ДРГ.

Безумовно, треба враховувати досвід Державної цільової оборонної програми будівництва кораблів класу «корвет» за проектом 58250 (*постанова КМ України від 22 листопада 2017 року №879*), коли «бізнес-політичні інтереси» перемогли економіку та національну безпеку.

Чи спроможні ВМС України до самореформування? Очевидно, що ні.

Треба зрозуміти просту, банальну річ – національний флот (військовий, цивільний, рибний, транспортний, науково-дослідницький) будує економіка держави, а не окремі міністерства та відомства. Наприклад, не будують військовий флот ВМС України, Генштаб чи Міноборони. Вони лише формують обґрунтовану потребу в підводних човнах, кораблях та катерах, літаках та гвинтокрилах, ракетних комплексах для ліквідації загроз чи гарантованого зменшення їх рівня з морського напрямку.

Це і є рівень державної морської політики.

Це і є рівень зовнішньої та внутрішньої політичної кооперації, кооперації підприємств різних форм власності, кооперації міністерств та відомств, формування державних програм та інвестиційних планів.

Потрібен широкий дискурс між суб'єктами державної морської політики: українською владою та суспільством.

Не ліквідувавши внутрішні загрози, пов'язані з відродженням державної морської політики ми даємо шанс РФ на реалізацію плану «Новоросія», головною метою якого залишається ізоляція України від моря. І тут логіка РФ дуже проста, не має Україна виходу до моря, значить:

а/ втрачає зміст сам факт існування національного флоту та і морської галузі в цілому;

- б/ національне суднобудування та галузі дотичні до нього стають алогічними;
в/ створено бар'єр на шляху до зовнішньо-економічної діяльності та інтеграції.

Список літератури

- [1] Кабінет Міністрів України (2018). Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року
[2] Указ Президента Российской Федерации (2017). Об утверждении Основ государственной политики РФ в областивоеенно-морской деятельности на период до 2030 года
[3] Указ Президента України (2015). Про рішення РНБО «Про Стратегію національної оборони України»
[4] Указ Президента України (2018). Про невідкладні заходи щодо захисту національних інтересів на Півдні та Сході України, у Чорному та Азовському морях і Керченській протоці

S. Gayduk

Ways of reforming the Ukrainian naval forces: external and internal threats

Based on the analysis, the main external and internal threats to Ukraine from the maritime direction are identified. Among the external threats noted by the system of nuclear weapons carriers formed by Russia in the Crimea, as well as a number of possible scenarios for Russia's actions to create territorial entities. Among the internal threats are inconsistency in the formation of the state maritime policy, the absence of a state body that forms the state maritime policy, and so on. The ways out of the current crisis are identified.

Keywords: naval forces, threats, defense doctrine

УДК 621.396.6

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Кучер Дмитро Борисович, доктор технічних наук, професор

Інститут Військово-Морських Сил Національного університету «Одеська морська академія»

Україна, Одеса

E-mail: dmitr_bor_kucher@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8728-8865>

Аннотація. У роботі наводиться аналіз можливостей системи оцінки морехідності корабля і активної самохідної приманки швидкого реагування МК-234 «Nulka», впровадження яких в ВМС України здатне не тільки підвищити безпеку судноплавства, але і забезпечити захист критичних об'єктів морської інфраструктури.

Ключові слова: система оцінки морехідності; навігаційна радіолокаційна станція; параметри хвильового поля; ракета-приманка; радіолокаційний портрет цілі

Російська віроломна окупація і подальша анексія Криму в 2014 році привела не тільки до втрати 70 відсотків кораблів Військово-Морських Сил України і частини території нашої країни, але значно послабило нашу стратегічну позицію в Чорному і Азовському морях. У зв'язку з цим представлена в січні 2019 року «Стратегія Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035» передбачає поетапне формування можливостей вітчизняного флоту для нейтралізації (мінімізації впливу) дій противника [1].

Одним з основних пріоритетів першого етапу є «набуття спроможності із забезпечення спостереження за обстановкою, що гарантуватиме своєчасне виявлення намірів противника та доведення інформації в реальному масштабі часу до всіх складових сил оборони і безпеки» [1]. В цьому відношенні виходять на перший план питання забезпечення постійної технологічної адаптації для втілення насамперед іноваційних радіотехнічних систем, здатних розвивати бойовий потенціал флоту.

Тому **метою даної роботи є** проведення аналізу можливостей сучасних радіотехнічних систем, впровадження яких на кораблях ВМС України здатне не тільки підвищити безпеку судноплавства, але і забезпечити захист критичних об'єктів морської інфраструктури та участь у міжнародних військово-морських операціях та навчаннях під проводом НАТО.

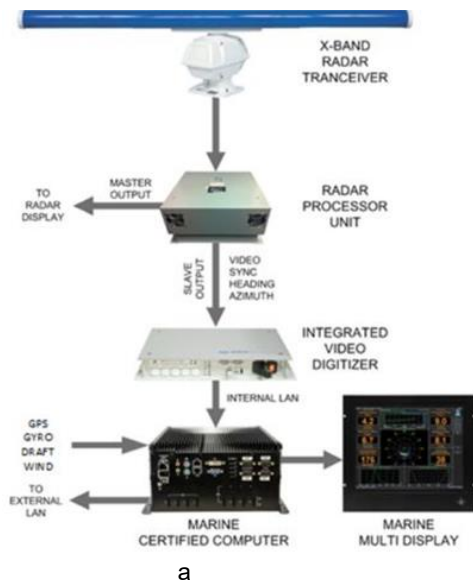
В якості об'єкта аналізу було обрано елементи, яким в концепції практично не приділено уваги: система оцінки морехідності (COM) корабля та система - приманка для крилатих ракет МК-234 «Nulka». Впровадження цих радіотехнічних систем можливо з мінімальними змінами структури розміщення компонентів на кораблі.

Однією з умов підвищення ефективності виконання бойового завдання і безпеки кораблів в період штормової активності є можливість отримання основної інформації про морехідний стан корабля. Ця задача вирішується шляхом встановлення на борту системи оцінки морехідності (бортових вимірювачів параметрів морехідності). Актуальність впровадження такої системи в Військово-Морських Силах України обумовлена прийняттям на озброєння малих броньованих артилерійських катерів проекту 58155 («Гюрза-М») і броньованих десантно-штурмових катерів проекту 58503 («Кентавр-ЛК»), які мають порівняно низькі значення морехідності. Крім того, інформація від COM може використовуватися для підвищення ефективності застосування зброї в умовах штормової активності, для поліпшення управління корабельними технічними засобами з метою економії енергоресурсів і для управління активними засобами стабілізації різних видів хитаючи.

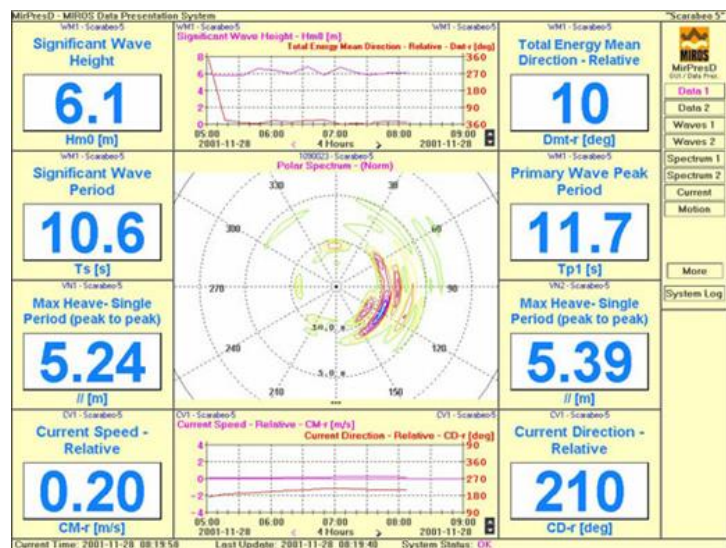
Одним зі світових лідерів, які виробляють COM, є Норвезька компанія Miro, що з 2005р. представляє систему «Wavex», структурна схема якої представлена на рисунку 1а [2].

Дана COM включає наступні елементи: навігаційну радіолокаційну станцію (РЛС) Х-діапазону (3 см); високошвидкісний дигітайзер (АЦП) для перетворення ехосигналів РЛС в цифровий код; сертифікований комп'ютер, оснащений спеціальним програмним забезпеченням. Для формування моделі корабля і зовнішнього середовища COM повинна отримувати інформацію про курс, швидкість корабля і його координати. Тому забезпечується можливість підключення гірокомпаса, лага, приймача GPS і інших приладів.

COM вимірює і відображає всі основні параметри хвильового поля при швидкостях корабля аж до 40 вузлів. У число цих параметрів входять (рисунк 1б) [2]: висота значних хвиль; середній період і генеральний напрямок хвилювання; напрямок, швидкість, період і довжина переважаючих хвиль; пікові значення напрямку, періоду, довжини двох складових змішаного хвилювання; частотний спектр хвилювання; спектр за напрямком (2D спектр по частоті і напрямку); швидкість і напрямок поверхневої течії.



а



б

Рисунок 1. Система оцінки морехідності корабля «Wavex»: а - структурна схема, б- відображення вимірюваних параметрів

Для можливості отримання в COM даних про хвилювання з достатньою точністю РЛС повинна мати такі технічні параметри: діапазон хвиль - 3 см (X-band); ширина діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині - не більше 1,3 гр.; тривалість зондуючого імпульсу 50 - 80 нс.; частота повторення імпульсів - понад 1000 Гц [2, 3]. Таким чином, навігаційні РЛС, які стоять на озброєнні ВМС України, повністю відповідають вимогам до їх використання в складі COM.

Інтерфейс системи візуалізує дані про хвилі і течії (див. Рисунок 2), комбінуючи їх з даними про погоду, що дозволяє командирі прийняти правильне рішення у відповідних умовах.

Крім того до складу ситеми може вводиться інформація про рівні механічних напружень на корпусі корабля від фібро-оптичних датчиків (рисунк 2) [3]. Накопичення інформації такого плану дає можливість

системі активувати аварійні сигнали, коли навантаження на корпус наближаються до критичних значень, і надавати рекомендації щодо зміни швидкості і курсу корабля [3].

Повна інформація про характер і особливості використання системи COM на бойових кораблях країн НАТО представлені в роботі [3].

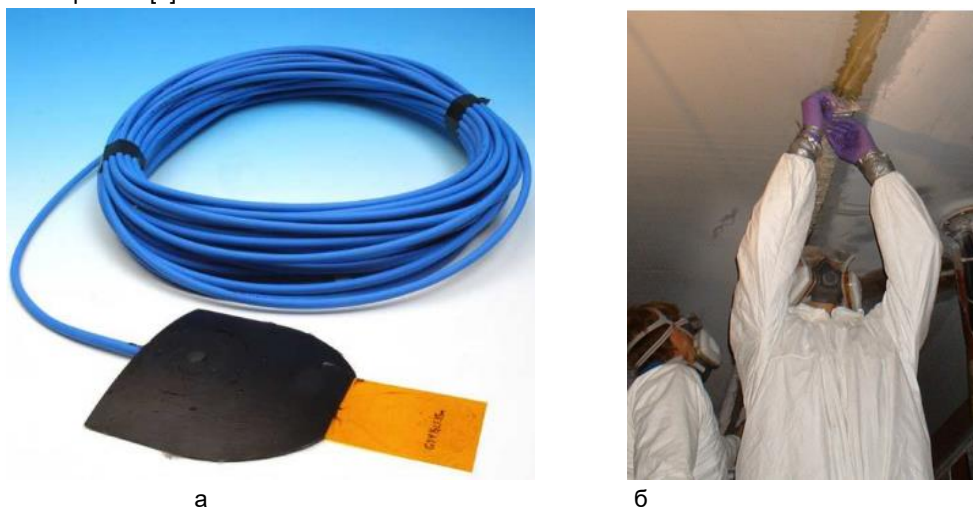


Рисунок 2. Пристрої вимірювання механічних напружень на корпусі корабля: а - інтегрований пакет датчиків деформації на основі волоконних решіток Бреґґа; б - встановлення вбудованого ланцюжка датчиків на борту корабля Королівського флоту Норвегії

Другою іноваційною системою є активна самохідна приманка швидкого реагування МК-53 «Nulka» для крилатих ракет, оснащених радіолокаційною головкою наведення. На відміну від існуючих засобів радіоелектронної боротьби, призначених для впливу на радіоелектронні системи маскуючими або імітуючими (ретрансляційними) перешкодами, «Nulka» формує і випромінює реальний радіолокаційний портрет цілі, викликаючи наведення ракети на себе, тим самим відводячи загрозу від реального об'єкта [4-6].

Система складається з ракети, укладеної в герметично закритому корпусі, який встановлюється в модулі запуску (рисунок 3) [4 - 6].

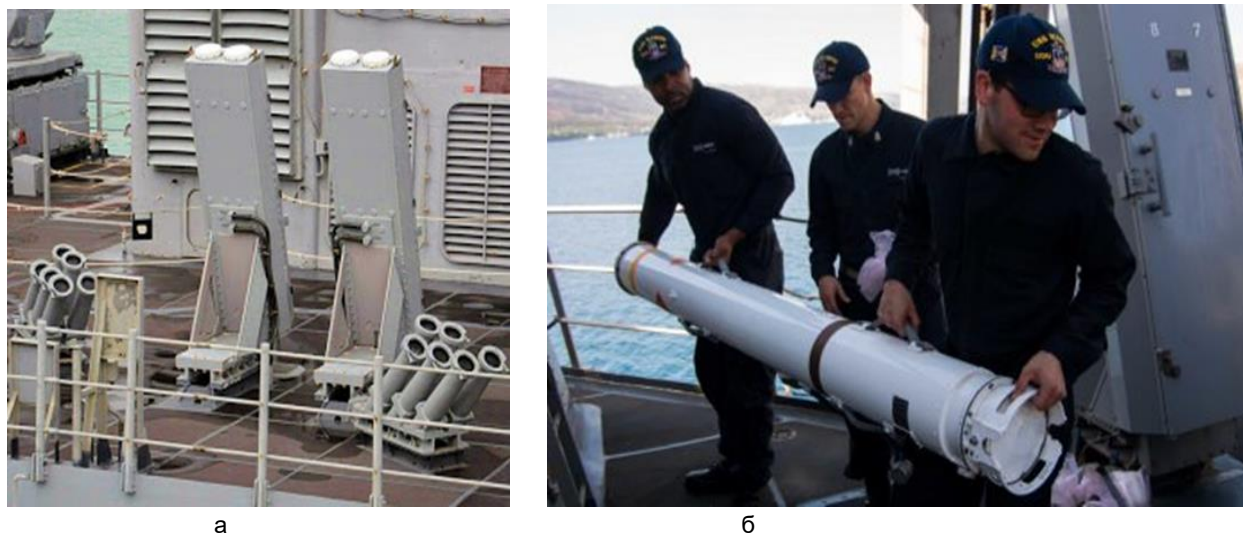


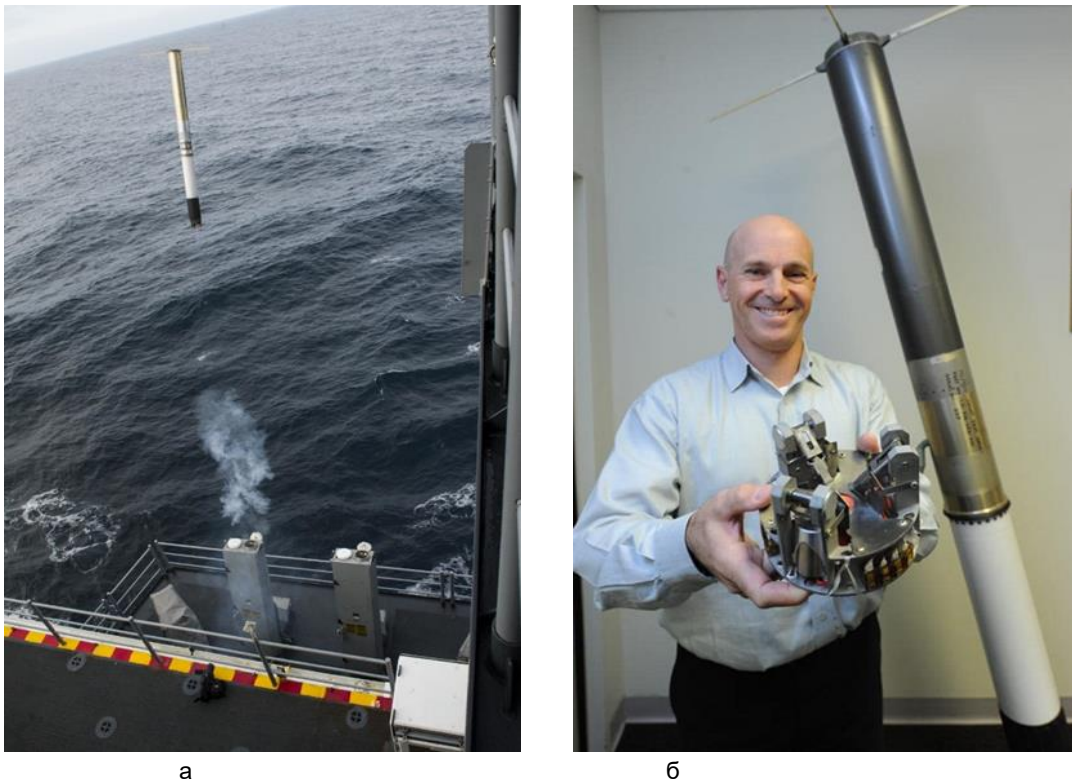
Рисунок 3. Розміщення системи МК-234 «Nulka» на кораблі: а - модулі запуску «Nulka»; б - перезарядка системи.

Після запуску ракети-приманки «Nulka» вона зависає в повітрі за курсом крилатої ракети противника, випромінюючи сигнал подібний відбитому від реальної цілі (рисунок 4а) [4-6]. Після захоплення головкою самонаведення «Nulka» починає зміщення, відводячи ракету противника від захищаного об'єкта. Твердопаливний ракетний двигун з керованим вектором тяги забезпечує швидке реагування системи «Nulka»

на виявлені загрози і здатний підтримувати систему в повітрі досить тривалий час, щоб відвести кілька ракет [4-6].

Система була розроблена австралійськими вченими з Організації оборонної науки і техніки (DST Group) спільно з високотехнологічною компанією BAE Systems Australia (рисуюнок 4б). Виробниками системи є BAE Systems Australia (обладнання для управління польотом), Lockheed Martin Inc (США) (комплекс радіоелектронної боротьби) і Aerojet Inc (США) (ракетний двигун) [4 - 6].

Компанія BAE Systems Australia, що відповідає за виробництво і підтримку системи «Nulka», поставила понад 1200 активних ракет приманок Королівському флоту Австралії, Канади і США [5, 6].



Рисуюнок 4. Система МК-234 «Nulka»: а - запуск системи; менеджер з виробництва систем озброєння в BAE Systems Пітер Штайнер з ракетою-приманкою «Nulka».

Перше бойове застосування комплексу відбулося в 2016 році, коли три американські військові кораблі і торгове судно були атаковані крилатими ракетами біля узбережжя Ємену. Екіпаж ракетного есмінця USS «Mason» випустив дві ракети приманки «Nulka», відводячи ракети противника від себе і транспортного причалу-амфібії [6, 7]. Кілька днів по тому п'ять крилатих ракет були успішно відведені системою «Nulka» від есмінця USS «Nitz» [6, 7].

Незважаючи на те, що дана система встановлена на більш ніж 150 австралійських, американських і канадських військових кораблях, питанням її впровадження в ВМС України приділяється, на мій погляд, недостатньо уваги. При цьому актуальність впровадження системи «Nulka» підкреслюється наявністю у противника крилатих ракет «Калібр», здатних атакувати не тільки надводні цілі (ЗМ-54К/ЗМ-54т (ЗМ-54КЕ/ЗМ-54ТЕ) і ЗМ-54КЕ1/ЗМ-54ТЕ1), але і цілі на березі (ЗМ-14К/ЗМ-14Т (ЗМ-14КЕ/ЗМ-14ТЕ)). В цьому відношенні система «Nulka» може бути розгорнута, перш за все, для прикриття об'єктів морської інфраструктури, комплексів критичного призначення, арсеналів, складів і т.д.

Висновки. Розглянуті в роботі системи мають широкий спектр можливостей для розвитку бойового потенціалу Військово-Морських Сил України. Зокрема, система оцінки морехідності здатна значно полегшити роботу командирів кораблів, оскільки призначена для вироблення рекомендацій з маневрування корабля в умовах штормової активності шляхом створення радіолокаційного образу субакваторії. Система МК-53 «Nulka» здатна вирішувати завдання не тільки прикриття кораблів ВМС України, а й захисту критичних об'єктів морської інфраструктури від крилатих ракет супротивника.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Стратегія Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035 (2019). Взято з <https://navy.mil.gov.ua/strategiya-vijskovo-morskyh-syl-zbrojnyh-syl-ukrayiny-2035/>
- [2] Wave & Current Radar (2020). Retrieved from <https://www.miros-group.com/products/wave-and-current-radar/>
- [3] Erling Torkildsen, H.; Grøtlen, A.; Skaugen, A.; Wang, G.; Egil Jensen, A.; Pran, K.; Sagvolden, G. (2005) Development and Applications of Full-Scale Ship Hull Health Monitoring Systems for the Royal Norwegian Navy. In Recent Developments in Non-Intrusive Measurement Technology for Military Application on Model- and Full-Scale Vehicles (pp. 22-1 – 22-14). Meeting Proceedings RTO-MP-AVT-124, Paper 22. Neuilly-sur-Seine, France: RTO. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/228693213_Development_and_Applications_of_Full-Scale_Ship_Hull_Health_Monitoring_Systems_for_the_Royal_Norwegian_Navy
- [4] Nulka | BAE Systems | International (2020). Retrieved from: <https://www.baesystems.com/en/product/nulka>
- [5] David Gambling, Don Northam, Mal Crozier (2013). *NULKA: a compelling story*. Canberra: Defence Science and Technology Organisation.
- [6] Jamie Seidel (2020) Nulka decoy: Australia's missile 'spoof' being fitted to US nuclear-powered aircraft carriers. Retrieved from: <https://www.news.com.au/technology/innovation/military/nulka-decoy-australias-missile-spoof-being-fitted-to-us-nuclearpowered-aircraft-carriers/news-story/d480dce114e3bbcb78325ae230ad2ace>
- [7] Dan Lamothe (2016) Navy launches Tomahawk missiles at rebel sites in Yemen after attacks on U.S. ships. Retrieved from: <https://www.washingtonpost.com/news/checkpoint/wp/2016/10/12/more-missiles-fired-from-rebel-held-territory-in-yemen-at-u-s-navy-ships/>

Dmytro Kucher

Prospects for the introduction of modern radio systems in the Ukrainian Navy

The paper analyzes the capabilities of the ship's seaworthiness assessment system and active self-propelled decoy rapid response MK-234 "Nulka", the introduction of which in the Ukrainian Navy can not only increase the safety of navigation, but also protect critical marine infrastructure.

Keywords: seaworthiness assessment system; navigation radar station; wave field parameters; decoy rocket; radar target portrait

УДК 387.1(075.8)

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОРСЬКИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**Яценко Олександр Володимирович***Ректор Інституту морегосподарства та підприємництва,**доцент, кандидат технічних наук,**доцент кафедри проектного менеджменту**Одеського регіонального інституту державного управління**Національної академії державного управління**при Президентові України, Україна, м. Одеса**ORCID: 0000-0002-9247-5972**тел. (099) 370 84 76, e-mail: ajax1950@i.ua*

Анотація. Розглянуто сучасний стан та проблеми використання та захисту морських ресурсів України. Надано пропозиції щодо підвищення ефективності як використання, так і захисту за рахунок міжвідомчої інтеграції ресурсів та координації управління ними. Накреслені шляхи впровадження запропонованих інновацій. Зазначені сприятливі фактори та очікувані позитивні наслідки. Підведено підсумки пропозицій.

Ключові слова: Морські ресурси України; поточні проблеми; пропозиції щодо їхнього вирішення; шляхи впровадження; позитивні наслідки.

1. СУЧАСНИЙ СТАН. ПРОБЛЕМИ ТА НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ**1.1. СФЕРИ ВПЛИВУ ТА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ УКРАЇНИ НА ПРИЛЕГЛИХ МОРЯХ**

Визначеними завданнями для захисту інтересів України, як морської Держави є наступні:

- Забезпечення виконання морських міжнародних конвенцій, безпека мореплавства та охорона людських життів на морі;
- Дослідження стану, облік наявності, розробка шляхів та контроль використання морських ресурсів;
- Гідрографічне та метеорологічне забезпечення та екологічний моніторинг;
- Воєнний захист узбережжя та економічної зони відкритого моря;

- Охорона морського кордону;
- Митний, радіаційний, екологічний та санітарно-епідеміологічний контроль;
- Безпека портової діяльності, добичі та використання морських ресурсів. [3, 9,]

1.2. ІСНУЮЧІ ІНСТИТУЦІЙНІ СТРУКТУРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Наявними для виконання зазначених завдань є такі інституції:

- Військово-морські сили;
- Морські прикордонні частини;
- Рятувальні центри служби з надзвичайних ситуацій;
- Державний департамент морського та річкового транспорту;
- Державна Морська Адміністрація;
- Державна інспекція транспортного контролю Міністерства Інфраструктури (Укртрансбезпека);
- Морська пошуково-рятувальна служба Міністерства Інфраструктури;
- Державна Гідрографічна служба;
- Державна екологічна інспекція;
- Державна інспекція з охорони біоресурсів;
- Державна служба рибного господарства;
- Дослідницькі та проектні інституції морського напрямку академічного та галузевого підпорядкування;
- Господарючі суб'єкти морського напрямку різних форм власності та галузевого підпорядкування. [3,5,9]

1.3. ПОТОЧНІ ПРОБЛЕМИ

Актуальними поточними проблемами діяльності таких інституцій є:

- Системний дефіцит коштів на утримання існуючих структур;
- Низький рівень ефективності використання наявних морських ресурсів;
- Низький рівень співробітництва існуючих структур між собою;
- Низький рівень міжнародного співробітництва існуючих структур. [2, 4,9]

1.4. ОКРЕМОЇ УВАГИ ПОТРЕБУЮТЬ

- Жодним чином не гармонізовані інформаційні потоки, які описують історію, актуальний стан та сценарії розвитку подій у всіх сферах морського господарства та природокористування ;
- Не координовані організаційні, методичні, апаратні та програмні засоби збору, зберігання та використання інформації для вирішення проблем управління у суміжних галузях морського господарства;
- Не гармонізовані та некоординовані системи підготовки, мотивування та соціального захисту морського персоналу різного відомчого підпорядкування;
- Неналежним чином використовуються пошукові та аналітичні можливості сучасних пошукових систем відкритого публічного користування. [5, 6, 10]

1.5. НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

- Невідповідний рівень виконання статутних обов'язків господарюючими суб'єктами та державними установами;
- Дублювання інформаційних потоків, функцій та операцій з обробки інформації про поточний стан морських ресурсів та можливості їх використання;
- Дублювання функцій та операцій із використання інформаційних потоків для вирішення прикладних проблем та завдань по управлінню економічними та господарськими процесами використання таких ресурсів;
- Недостатній захист національного морського простору від несанкціонованого використання національними та закордонними суб'єктами морського господарства;
- Недостатній захист природних морських ресурсів та довкілля від техногенних та антропогенних навантажень та загроз;
- Недостатній рівень ефективності використання персоналу корабельного та берегового складу;
- Загроза втрати керованості у морському господарстві внаслідок прийняття управлінських рішень на базі інформації, що неадекватно відображає стан окремих видів ресурсів ;
- Загроза втрати керованості у використанні морських природних ресурсів внаслідок недостовірної уяви про їх поточний стан та перспективи відтворення (насамперед, біоресурсів: промислових риб, молюсків та інших);
- Загроза втрати ділової репутації в міжнародних морських організаціях внаслідок недостовірного оцінювання можливостей та загроз у використанні морських природних ресурсів та організації їх видобування;
- Нераціональне використання потенціалу морського та інтермодального транспортного сервісу;
- Прямі військові загрози. [3, 5, 6]

2. ПРОПОЗИЦІЇ ТА ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ

2.1. ПРОПОЗИЦІЇ

-Активізувати взаємодію усіх сегментів використання морських ресурсів (морське та змішане судноплавство, видобуток мінеральних та біологічних ресурсів, морський туризм, пошуково-рятувальні операції, захист морських кордонів, національних економічних зон, митний контроль та охорона довкілля, тощо) ;

-Активізувати відповідну міжнародну взаємодію таких сегментів національної юрисдикції із відповідними сегментами інших країн Чорного, Середземного морів, а також із визнаними міжнародними інституціями у цих справах (насамперед ІМО – Міжнародною морською організацією, та інших);

-Підвищити ефективність використання наявних ресурсів за рахунок раціоналізації систем управління ними, у першу чергу за рахунок більш ефективного та повного використання інформації про стан цих ресурсів та прогноз їх змін.

-Підвищити ефективність використання кадрового потенціалу державних морських структур та господарюючих суб'єктів різних форм власності та галузевого підпорядкування. [6,7, 8,10]

2.2. ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ

ІНСТИТУЦІЙНИЙ - Інтеграція усіх зазначених функцій, ресурсів та персоналу в єдину Державну службу морських ресурсів для забезпечення досліджень стану та контролю використання морських ресурсів (за аналогом формату КОСТ ГАРД);

-Можливий перший етап - оперативна операційна взаємодія існуючих державних інституцій на рівні державного комітету у справах морської політики у складі Кабінету Міністрів України;

-Доцільний другий етап - інституційне розгортання такого комітету та створення на його основі Державної Служби морських ресурсів у складі Кабінету Міністрів України. [4, 6, 11, 12]

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ - Інтеграція інформаційних ресурсів управління окремими сегментами морського господарства в єдину Морську Геоінформаційну Систему (МГІС) [5,6, 8, 13]

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ - Впровадження проектного та програмно-цільового підходів до визначення стратегічних цілей, завдань та етапів створення та розвитку Державної Служби Морських Ресурсів (ДСМР) [2, 4,5, 9,]

ЕКОНОМІЧНИЙ – Впровадження вартісного виміру морських ресурсів та організація обліку їхнього використання [2, 4, 5, 9]

КАДРОВИЙ - Впровадження концепцій повного життєвого циклу та особистої капітальної вартості персоналу ДСМР. [5, 7, 11]

2.3. СПРИЯТЛИВІ ФАКТОРИ

-Поточна трансформація урядових структур та можливість проведення змін;
Вже здійсненні певні інтеграційні заходи, такі, як:

- створення Державної Морської адміністрації
- створення єдиної адміністрації морських торговельних портів;
- створення єдиної транспортної інспекції для всіх видів транспорту;

-Позитивний досвід спільної економічної діяльності України в різних галузях морського господарства у межах Організації Чорноморського економічного співробітництва, Дунайської Комісії, Міжнародних асоціацій портів та судноплавних компаній, інших міжнародних інституціях морського спрямування;

-Позитивний досвід контактів ВМСУ та Морської Прикордонної служби із КОСТГАРД різних країн;

-Позитивний досвід участі ВМСУ у спільних навчаннях та виконанні міжнародних місій;

-Позитивний досвід співпраці Міністерства інфраструктури із Міжнародними морськими організаціями у межах морських конвенцій;

-Позитивний досвід співпраці громадських організацій України із захисту морського довкілля з міжнародними організаціями та провідними національними подібними організаціями у країнах з розвинутою морською індустрією (Досвід UKRMEPA);

-Позитивний досвід розробки та використання ГІС в морському господарстві України;

-Наявність кваліфікованих провайдерів у застосуванні ГІС-принципів побудови та використання інформаційних систем саме у галузях морського господарства. [3, 4,6]

3. ОЧІКУВАНІ ПОЗИТИВНІ НАСЛІДКИ

-Підвищення ефективності обліку наявності та використання існуючих морських ресурсів;

-Підвищення щільності захисту морського простору України;

-Можливість приєднання до сучасного міжнародного досвіду захисту та використання морського простору;

-Можливість застосування сучасного інформаційного обладнання, гармонізованого із міжнародними інформаційними системами морського спрямування, включаючи засоби зв'язку та контролю стану довкілля, інші спеціальні засоби на умовах лізингу, франчайзингу та подібних до них;

-Можливість організації навчання та вишколу персоналу в усіх сферах морського господарства за сучасними світовими методиками та технологіями на підставі використання багатокomпонентних інформаційних моделей та комп'ютерних стимуляторів процесів виробництва та управління.

- Підвищення вмотивованості персоналу за рахунок пропозиції професійної зайнятості у межах повного життєвого циклу. [2, 5, 8, 13]

4. ПІДСУМКИ

Ми маємо потребу вдосконалити керування використанням морського потенціалу України та підвищити рівень захисту цього процесу від зовнішніх загроз та внутрішніх недосконалостей;

Ми маємо можливість зробити це разом у запропонований спосіб;

Ми зобов'язані ретельно розглянути таку пропозицію широким колом провідних фахівців для того, щоб вона стала реалістичною програмою стратегічної дії щодо поліпшення захисту та використання Морського потенціалу України;

Для цього необхідно створити міжгалузеву/міжвідомчу робочу групу під проводом Національної Академії наук із залученням до неї експертів військового та цивільного секторів морського потенціалу України.

Наслідком діяльності такої робочої групи має стати «Дорожня карта» розробки та впровадження викладеної тут пропозиції.[1, 3, 5, 7, 9]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безверхнюк Т.М (Гол.редактор) кол.авт. Іжа М.М.; Васютинська Л.А., Вишневська В.М., Бабова І.К. Левін М.Г., Азарова І.Б., Попов М.П., Шека А.А., Яценко О.В. Розвиток інвестиційного потенціалу рекреаційних зон Одеської області: проектний підхід [колективна монографія] .– Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2020. – 275
2. Коваленко Н.О. Ощадливий вантаж береже, або практика страхування морських Перевезень // Вісник Академії адвокатури України, Київ, 2005, №3 С. 39-43
3. Собкевич О.В, Михайличенко К.М., Шевченко А.В., Русан В.М., Белашов Є.В. – К. : НІСД, 2016. – 72 с. – (Сер. «Економіка», вип. 24). ISBN 978-966-554-269-8 Наукове дослідження. Електронна версія: <http://www.niss.gov.ua> Пріоритети державної морської політики у сфері функціонування та розвитку морегосподарського комплексу України: аналіт. доп.
4. Устименко Богдан. Нормативний вплив міжнародних морських організацій на надання Україною послуг з навігаційногідрографічного забезпечення мореплавства стор 91-99 Аналітичний часопис «Чорноморська безпека» 2 (38) 2020 р. Київ, ISSN 2616-4027.
5. Яценко О.В. Міжвідомча інтеграція інформаційних ресурсів. Матеріали науково-практичної конференції «геоінформаційні технології у територіальному управлінні. 17-18 вересня 2015 року, м. Одеса, с 163-166.
6. Яценко О.В. Застосування інструментів ГІС для розвитку морського туризму Матеріали науково-практичної конференції «Геоінформаційні технології у територіальному управлінні 15-16 вересня 2016 року, м Одеса с 176-178
7. Яценко О.В. Створення комунального судноплавного підприємства, як інструменту розвитку морського туризму // Інтернет-збірник наукових праць з міжнародною участю SWorld випуск 1 (42), березень 2016 р., С. 38-43.
8. Яценко А.В. Развитие цепочек прибавочной стоимости для клиентов морского транспорта // Интернет-сборник научных трудов с международным участием SWorld, выпуск 2 (2), май 2016г. С. 35-37.
9. Яценко О.В. Організаційно-правові проблеми морської безпеки України. Матеріали науково-практичної конференції «Інтертранспорт» 31.05. 2017 року. Одеса, с 132-137.
10. Яценко О.В. Використання геоінформаційних систем для управління контейнерним сервісом на річках України. Матеріали науково-практичної конференції Геоінформаційні системи у розвитку України ОНУ «ОНЮА» 30.09.2017 року , Одеса, с 115-118.
11. Яценко О.В. Проект створення мультифункціональної судноплавної компанії на комунальних засадах». Міжнародний науково-практичний семінар «Просторове планування приморських територій: досвід Польщі та України в розвитку курортно-туристичних дестинацій» Одеса, ОРІДУ, 4-7 червня 2018 року.
12. Яценко О.В. Технопарк транспортних технологій: інноваційна модель взаємодії портів комплексів і прилеглих до них територій // Судоходство.2018.№5 (164).С.34-37.
13. Яценко О.В., Устьянська А.О. Інноваційні методи та інструменти розробки та впровадження проектів територіального розвитку на засадах «зеленої» економіки // Актуальні проблеми державного

управління : зб. наук. пр. ОРІДУ / [голов. ред. М.М. Іжа]. Вип. 4 (80). – Одеса : ОРІДУ НАДУ, 2019. – С.132-135.

Yatsenko Oleksandr Volodymyrovych

**THE LINES FOR UTILIZATION EFFICIENCY PROTEKTING & IMPROVEMENT
OF SEA RESOURCES OF UKRAINE**

Abstract. *Considered are the current status and challenges of exploitation and protection of the sea resources of Ukraine. Proposals for the utilization efficiency improvement and protection due to interdepartmental integration of resources and coordination of their management have been made. The ways to implement the proposed innovations have been drawn up. Beneficial factors and expected positive outcomes are indicated. The results of the proposal are summed up.*

Key words: *sea resources of Ukraine; current challenges; proposals for solving the challenges; ways of implementation; positive outcomes.*

УДК 327 (477)

ГЕОПОЛІТИЧНИЙ ВИМІР УКРАЇНСЬКИХ МОРІВ ТА РІЧОК В КОНТЕКСТІ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Тодоров Ігор Ярославович, доктор історичних наук, професор

Ужгородський національний університет

Україна, Ужгород

igor.todorov@gmail.com ORCID: G-1046-2019

Анотація. В роботі визначені деякі геополітичні аспекти українських морів та річок в контексті сучасної російської агресії. Розглядаються негативні наслідки агресії РФ для геополітичного становища України, зокрема в Чорному та Азовському морях, перспективи поліпшення ситуації, показані можливості розкриття потенціалу українських річок задля втілення геополітичного проекту Міжмор'я.

Ключеві слова: *геополітика України; російська агресія; Чорне і Азовське моря; Крим; ріки України; Міжмор'є.*

Більшість геополітичних концепцій відводять Україні особливу роль важливого гравця, який забезпечує політичну рівновагу та баланс між основними геополітичними потугами. **Україну передусім варто розглядати як причорноморський простір.** Чорне та Азовське моря з Кримом та геополітичне розташування українських земель над ними було і є запорукою незалежного та суверенного існування Української держави.

Сьомий рік триває російська агресія. Наш північний сусід керується настановами притаманними середнім віком, коли право сили, а не сила права була звичним засобом для досягнення власних цілей.

Метою роботи визначення геополітичних аспектів українських морів та річок в у вимірі контексті російської агресії. Задля досягнення метою виконуються наступні завдання: розглядаються негативні наслідки агресії РФ для геополітичного становища України, розкриваються можливі перспективи поліпшення геополітичної ролі нашої держави.

До початку російської агресії загальна довжина морського кордону України становила 1355 км: з них Чорним морем — 1056,5 км; Азовським морем — 249,5 км; Керченською протокою — 49 км. Річки України течуть переважно (понад 90%) з півночі на південь до [Чорного](#) й [Азовського](#) морів. Найбільші з них Дунай з Тисою і Прутом, Дністер, Південний Буг, Дніпро з Прип'яттю і Десною, Сіверський Донець. До басейну Балтійського моря належать праві притоки Вісли: Вепш, Сян і Західний Буг. Існує можливість пов'язати річки різних басейнів системою каналів та сполучити обидва моря — Чорне і Балтійське. Всього в Україні понад 23 тис. з загальною довжиною близько 170 тис. км, з них близько 3000 завдовжки 10 км і більше і лише 116 - понад 100 км.

Анексія Криму в 2014 р. та окупація частини Донецької і Луганської областей мало чітко виражене геополітичне підґрунття. Крим став першою територією іноземної країни, яку російська влада відкрито, офіційно (та навіть в урочистому порядку!) анексувала. Після захоплення Криму РФ проводить всебічну мілітаризацію півострову. Контроль Москви над Керченською протокою робить численні перешкоди для українського судноплавства, особливо після завершення будівництва мосту. Порушуючи ще з початку агресії усі можливі норми міжнародного права, Росія на власний розсуд почала демонстративно перешкоджати проходу до акваторії Азовського моря, фактично денонсувавши українсько-російський договір від 24 грудня 2003 р. Хоча формально зберігає чинність Договір з РФ про співробітництво у використанні Азовського моря і Керченської протоки. В той час, коли він укладалася, було важко уявити, що Росія вчинить агресію намагаючись

перетворити Азовське море його на своє внутрішнє озеро. МЗС і досі продовжує вивчати всі плюси і мінуси нашої відмови від цієї угоди у ширшому безпековому контексті [1].

Зрозуміло, що українській владі конче необхідно було реагувати на таку небезпечну ситуацію. Адже Азов опинився під загрозою перетворення на внутрішнє море Російської Федерації, без можливості сполучення української азовської акваторії з Чорним морем. Отже, В 2018-2019 рр. робилися спроби змінити ситуацію. Було прийнято рішення про відправку військових кораблів у води Азовського моря з метою захисту національних інтересів. Якщо перша спроба була вдалою, то друга була зупинена нападом ВМФ Росії та російської берегової охорони. Це було визнано Трибуналом ООН з морського права безумовним порушенням міжнародного права.

Можливості України адекватно реагувати обмежені. Після анексії Криму відбулася втрата понад 80% активів і спроможностей українських ВМС. Хоча останні роки спостерігаються позитивні тенденції: до корабельного складу ВМС України включили одразу кілька новозбудованих малих броньованих артилерійських катерів та десантно-штурмових катерів. В липні 2019 року американські військові будівельники звели та передали в експлуатацію будівлю Оперативного центру ВМС України у м. Очакові. Можна стверджувати, що попри виклики останніх шести років, Україна почала поволі реагувати на ситуацію, яка вже кілька років поспіль відбувається біля її берегової лінії. Безперешкодний вихід до Чорного та Азовського морів є вкрай важливими для вітчизняної економіки, нарівні з захистом південних кордонів України від можливих провокацій з моря, українська влада почала робити важливі кроки для розбудови національних військово-морських сил [2].

У березні 2014 року світ став свідком фундаментальної зміни системи міжнародних відносин. Норми міжнародного права виявилися недієвими, міжнародні гарантії та інші міжнародні безпекові договори залишилися лише на папері. Жоден із головних міжнародних акторів не побачив в анексії Росією Криму прямих загроз для своїх національних інтересів.

«Глибоке занепокоєння» країн ЄС та НАТО і початок економічних санкцій для Росії довели свою неефективність. Очевидно, що для України, яка перебуває в таких умовах перспектива членства в НАТО є життєво необхідною.

В Україні є лише три великі судноплавні ріки – Дунай, Дніпро і Південний Буг. Всі вони протікають через великі населені пункти і мають вихід до Чорного моря. Дунай і Дніпро при цьому входять у п'ятірку найбільших річок Європи. Вже вищезазначене доводить, що для річкових перевезень в Україні є можливості. Проте розвитком транспортування вантажів по річках України тривалий час маже ніхто не займався. Лише 1,5% всіх вантажів транспортується подібним чином. У країнах з розвинутою економікою річкові перевезення більш конкурентні по відношенню до залізничних і автомобільних перевезень. У США і країнах Євросоюзу давно прийнята відповідна стратегія, і вже століттями робиться все, щоб вантажі перевозилися річковим транспортом. Для цього там створені всі необхідні умови. В результаті, і річковий транспорт розвивається, і суднобудування затребуване, і економіка працює ефективно. Для порівняння, в Німеччині – більше 12%, в Болгарії - більш ніж 16%, Румунії – до 20%. [3].

Перспективи річкового судноплавства є втім його інфраструктура багато в чому зруйнована, а необхідних інвестицій немає. Двадцять років тому у суднобудівній галузі було до 150 тис. працюючих, а сьогодні – менше 7 тис. людей. Прийняття законопроекту «Про внутрішній водний транспорт» дає надію на суттєві зрушення в річкових перевезеннях в Україні. Запускається конкурентний ринок річкових перевезень з залученням іноземних компаній. Проте, має бути закрита можливість входу російських суден у внутрішні води України. Має бути відновлено українське суднобудування. Законопроектом імплементуються норми шести європейських директив та вимог Угоди про Асоціацію України з ЄС [4].

На жаль, понад 10 років (до 2018 р.) океанографічні дослідження в акваторіях Чорного та Азовського морів не проводилися, а банк даних океанографічних матеріалів так і не було створено. Лише протягом 2018-2019 років проведено сім науково-дослідних експедицій в акваторіях Чорного моря та річок Дунай, Дніпро та Прип'ять. В умовах складної геополітичної ситуації в Азово-Чорноморському басейні та наявності проблем, пов'язаних із здійсненням суверенних прав України на її континентальному шельфі, важливість демонстрації українського прапора під час здійснення вказаних експедицій для зміцнення міжнародного авторитету нашої країни [5].

Дунай дозволяє вигідно транспортувати вантажі в європейські країни. Ключову роль у цьому відіграє «Українське Дунайське пароплавство», яке здійснює 20% всіх річкових транзитів по Дунаю, возить вантажі в цілий ряд європейських країн (Німеччину, Сербію, Румунію, Угорщину, Австрію). Ключовим драйвером зростання судноплавства по Дніпру має стати розвиток Балто-чорноморського транспортного коридору. Дніпро відкриває можливості для розширення транзиту з Білорусі. Україна може стати частиною проекту ЄС щодо

створення транспортного коридору Є-40 «Балтика – Чорне море», який повинен з'єднати Польщу, Білорусь та Україну по Віслі, Західному Бугу, Прип'яті і Дніпру.

Такий транспортний коридор може стати матеріальним підґрунтям відродила геополітичний проекту Міжмор'я (Інтермаріум). Ідеї створення певного союзу країн Міжмор'я цілком мають право на існування. Призначення такого об'єднання повинне полягати у створенні певної безпекової зони між Західною Європою та Російською імперією в усіх її формах, у виконанні функції запобіжника прийняттю небезпечних для всього регіону рішень, а також бути запорукою політичної, економічної та інформаційної безпеки країн-учасниць.

Одним з головних мотивів на шляху реалізації ідеї Балто-Чорноморського союзу є наша військово-політична конфронтація з Росією через російську агресію в Криму і на Донбасі. Так звані Мінські домовленості щодо врегулювання ситуації на Донбасі не відповідають національним інтересам України. Водночас сучасна українська влада за активної підтримки країн Міжмор'я може виправити ситуацію і відстояти власні інтереси. Балто-Чорноморський союз залишається поки що абстрактною ідеєю, яка спирається на окремі факти історії, політики та економіки. Однак на тлі невдоволення політикою ЄС та посилення конфронтації з Росією ця ідея дедалі більше стає актуальною і формалізується. Що більше вона буде актуалізуватись, то швидше проект «Міжмор'я» стане реальністю. Лише за достатньої політичної волі геополітична ситуація може змінитися.

Можна стверджувати, що Інтермаріум сприятиме реалізації таких завдань, як нейтралізація чи, принаймні, мінімізація наміру Росії розглядати пострадянські та постсоціалістичні країни як сферу своїх особливих інтересів, вироблення загальноприйнятих підходів, форм і методів для поступового об'єднання Східної і Західної Європи на засадах загальноєвропейських демократичних норм, економічних і політико-соціальних стандартів з урахуванням при цьому особливостей країн Східної Європи, протидія намаганням законсервувати Східну Європу у якості традиційного сировинного придатку або ринку збуту продукції Західної Європи, сприяння відновленню системи загальноєвропейської колективної безпеки за допомогою інтеграційного політико-економічного процесу, що передбачає посилення ролі НАТО, і, можливо, кардинальне переформатування ОБСЄ [6].

Росія здійснила напад з метою запобігти інтеграції України в НАТО та ЄС. Росія і надалі вдаватиметься до застосування силових, інформаційних, політичних, енергетичних, економічних та інших методів «гібридної війни». Однак її плани цим не обмежуються. Не зводяться вони й до перерозподілу сфер впливу на пострадянському просторі. Її наміри щодо підриву системи світового порядку більш масштабні. Використовуючи свій ядерний статус, РФ мріє про реванш в глобальному обсязі, намагаючись не лише зупинити європейську чи євроатлантичну інтеграцію України, а ще й розколоти країни Заходу і продемонструвати повну неієднатість ЄС та НАТО. Отож спроможність протистояти російській агресії є, зокрема, ніщо інше, як випробування на дієвість та життєздатність Північноатлантичного альянсу і Європейського Союзу.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1 Росія не увійде в переговорний майданчик по Криму: інтерв'ю з Дмитром Кулебою. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.segodnya.ua/ua/politics/intervyu-s-dmitriem-kuleboy-posle-2014-goda-kogda-rossiya-napala-na-ukrainu-mozhet-proizoyti-cto-ugodno-1463291.html?fbclid=IwAR1u6QBANQyrsro4qm9mtXJ6u0ciKJbJ9b6WSFyzEyLg-XM2JXquRI-OTXs>

2 Желіховський С. Поле битви — Чорне море: як Україна без сильного флоту може зазнати геополітичної поразки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://glavcom.ua/columns/stanislawzhelikhovsky/pole-bitvi-chorne-more-yak-ukrajina-bez-silnogo-flotu-mozhe-zaznati-geopolitichnoji-porazki-617850.html>

3 Григоренко Ю. Річкове судноплавство в Україні: Туман у кінці тунелю. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.112.ua/statii/richkove-sudnoplavstvo-v-ukraini-tuman-v-kintsi-tuneliu-456363.html>

4 Рада дала старт реформі річкового транспорту в Україні: деталі ухваленого у першому читанні законопроекту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/economics/transport/verhovna-rada-rada-dala-start-reformi-richkovogo-transportu-v-ukrajini-novini-ukrajina-10972439.html>

5 Про забезпечення мореплавства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.golos.com.ua/article/328270>

6 Тодоров І. Україно-американські відносини у вимірі концепції Міжмор'я // Четверть століття україно-американської дружби: досвід гідний майбутнього. Збірник матеріалів III американознавчої мультидисциплінарної конференції. Львівський національний університет імені Івана Франка 12-13 квітня 2016 р. Львів: ПАІС, 2016. – С. 75-79.

Todorov I.Ja.

A Geopolitical demesion of Ukrainian seas and rivers in the context of Russian aggression

The paper identifies some geopolitical aspects of Ukrainian seas and rivers in the context of the current Russian aggression. There are considered the negative consequences of the Russian aggression for the geopolitical status of Ukraine, in particular in the Black and Azov Seas, the prospects for improving the situation, the opportunities for unlocking the potential of Ukrainian rivers to implement the geopolitical project of the Intermarium.

Key words: geopolitics of Ukraine, Russian aggression, Black and Azov seas, Crimea, rivers of Ukraine, Intermarium

УДК 329.17(477):629.5(09)

ЧЕРЕЗ ІСТОРІЮ ВІТЧИЗНЯНОГО МОРЕПЛАВСТВА І СУДНОБУДУВАННЯ ДО ВІДНОВЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ МОРСЬКОЇ ІДЕЇ УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА

СМАГІН Ігор Іванович, доктор педагогічних наук, доцент, Комунальний заклад «Житомирський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Житомирської обласної ради, Україна, м. Житомир
igsmagin@gmail.com, ORCID 0000-0003-3464-4595

Анотація. Пропонуються конкретні шляхи популяризації основних складників національної морської ідеї української політичної нації серед дітей та молоді. Охарактеризовано складники такої роботи: книговидання, дистанційні електронні ресурси, спільна діяльність ветеранських організацій з рухом реконструкторів та туристичними організаціями. Висвітлено здобутки реконструкторського руху Житомирщини та Рівненщини.

Ключові слова: історія мореплавства; національна морська ідея; освітня програма.

Вступна частина. Реалізація положень Морської доктрини України до 2035 року (Постанова, 2009) потребує ідеологічного підґрунтя в суспільстві у проявах позитивного ставлення до національної морської ідеї. Національна морська ідея нормативно і концептуально відображена як в Морській доктрині, так і в аналітичних матеріалах Інституту стратегічних досліджень і формалізується в гаслі: «Україна – морська держава». І це не тільки географічне положення, господарська інфраструктура та мережа комунікацій. Це ще розуміння громадянами України історичного права та давніх традицій мореплавства, сформованих на території країни багатьма поколіннями українців.

Проблема ідеологічного підґрунтя актуалізується спробами представників ідеократії російської держави заперечувати будь-яке право України на свою морську історію. З шкільних уроків історії росіяни формують світогляд, у якому історичні події давньої морської історії Чорноморсько-Азовського басейну пов'язані виключно з російською історією. Значними тиражами видаються книги, які популяризують тезу, що стала назвою книги одного популярного в Росії автора: «Бог Нептун не любить Україну». Книга видана в 2015 для категорії читачів 12+. На жаль, наша морська доктрина не передбачає освітньої складової в її реалізації, крім військово-морської освіти та культурно-туристичної діяльності. Держава не планує вкладати ресурс у книговидання з морської історії та історії судноплавства і суднобудування, в зміст шкільних освітніх програм, у розвиток мереж для навчання юних моряків, у підтримку руху реконструкторів тощо.

Про важливість освітньої і пропагандистської роботи для формування національної морської ідеї говорить приклад з історії Німеччини. На межі XIX–XX століть автор «теорії ризику» адмірал Альфред фон Тірпіц з метою переконати консервативний Рейхстаг в необхідності побудови військового флоту звернувся за підтримкою до німецького народу. Відібрані ним учителі й професори проїхали Німеччиною з лекціями про море на тему: «Нові кордони Німеччини – море». Як зауважував фон Тірпіц, мільйони консервативних німців водночас усвідомили вигоду від ВМФ. Баварські селяни зрозуміли всі вигоди від флоту. Тиск громадськості примусив Рейхстаг виділити кошти на програму побудови флоту.

На превеликий жаль навіть у приморських регіонах освітня складова щодо морської орієнтації зараз практично відсутня. Зауважимо, що в 1923–24 рр. шкільні освітні програми з інтегрованого курсу «Суспільствознавство» в Україні окремо писалися для міських шкіл приморських районів і для сільських приморських шкіл з акцентом на особливості життя і праці біля моря, на історію та традиції мореплавства та роль у ньому мешканців відповідної території.

Чинні шкільні програми з історії України не роблять акценти на морську історію, не прив'язують судноплавство і суднобудування до території України. Шкільна історія максимально суходільна. Події з історії морських держав Греції, Риму, Венеції і Генуї, що відбувалися на території Криму і Північного Причорномор'я,

не прив'язані до території нашої країни. І традиційно від князівських походів на Візантію до козацьких на Османську імперію в шкільній історії пуста щодо судноплавства і важливих подій морської історії.

Аналіз науково-методичної літератури, виданої в Україні за останні роки, виявляє, що проблематикою імплементації давньої морської історії в шкільний курс історії України науковці не займаються. Хоча існує значний масив вітчизняних і зарубіжних досліджень подій, фактів, процесів нашої давньої морської історії. Маємо на увазі роботи Н. Рижевої, присвячені історії суднобудування на теренах України, результати підводних археологічних розвідок українських дослідників С. Воронова, С. Зеленка, Д. Кобалія, В. Нефьодова, О. Терещенка. У науково-популярних виданнях з історії українського флоту В. Кравцевича і М. Мамчака автори приділили увагу військово-політичній історії та морським походам Русі на Візантію. З розвитком підводної та експериментальної археології з'явилися праці В. Назарова, Г. Шаповалова, А. Петраускаса, у яких на основі археологічних знахідок висвітлюються проблеми суднобудування Русі. Національний заповідник «Хортиця» в Запоріжжі є провідним центром у питаннях підводної археології та реконструкції давніх суднобудівних технологій. В містечку Олевськ, Житомирської області діє під керівництвом А. Петраускаса експериментальна археологічна лабораторія Інституту археології НАН України, де відбувається дослідження давніх технологій суднобудування.

У своїх книгах одеський дослідник І. Мельник висвітлив власний досвід експериментальних реконструкцій та запропонував оригінальні підходи до вирішення проблем давнього суднобудування. Відомий український історик О. Моця дослідив роль річок в історії давньоруського судноплавства.

Але спеціальних видань для вчителів, школярів з питань вітчизняної морської історії, її популяризації та імплементації в освітній процес ми не маємо.

Водночас, на рівні державних наукових і методичних інституцій відсутнє розуміння сутності національної морської ідеї, і, як наслідок, відсутні підходи до формування у школярів системи цінностей, ставлень і переконань, що «Україна – морська держава».

Ціль роботи. На прикладах з власного досвіду написання науково-популярних книг з історії давнього вітчизняного судноплавства і суднобудування та використання їх матеріалів у процесі підвищення кваліфікації вчителів історії, досвіду розробки авторських дистанційних курсів з морської історії України для вчителів і викладачів історії та, спираючись на результати участі в реконструкторському та туристичному русі, запропонувати підходи до формування національної морської ідеї України у молодого покоління.

Основна частина. Чинні нормативні акти з питань освіти передбачають формування в учнів громадянських та соціальних компетентностей, пов'язаних «з ідеями демократії, справедливості, рівності, прав людини, добробуту та здорового способу життя, з усвідомленням рівних прав і можливостей» (Закон, 2017, ст. 1). В переліку цінностей та ідей, які й формують громадянські компетентності, перелічені: громадянська відповідальність, повага до демократії, справедливості, рівності, прав людини, добробуту та здорового способу життя, усвідомлення рівних прав і можливостей.

Але з усіх норм освітнього законодавства зникло поняття патріотизму, хоча інститут громадянства функціонує в межах конкретної держави, а повага до держави та її інститутів є однією з ознак патріотизму й визначальною характеристикою справжнього громадянина. Стаття 17 Конституції України визначає, що захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є справою всього Українського народу. А стаття 65 зазначає, що захист Вітчизни, незалежності та територіальної цілісності України, шанування її державних символів є обов'язком громадян України.

Формування патріота України, за словами провідних науковців у теорії виховання І. Беха і К. Чорної є необхідністю, оскільки «патріотизм українців покликаний захистити національні інтереси своєї держави, відновити її територіальну цілісність, дати новий імпульс духовному оздоровленню народу, формуванню в Україні громадянського суспільства, яке передбачає трансформацію громадянської свідомості, моральної, правової культури особистості, розквіт національної самосвідомості і ґрунтується на визнанні пріоритету прав людини» (Бех & Чорна, 2015, с. 27).

Цінності патріотизму генетично імплементовані в структуру громадянськості, і саме тому на сайті МОН України визначено, що національно-патріотичне виховання дітей і молоді включає в себе почуття вірності, любові до Батьківщини, турботи про благо свого народу, готовності до виконання громадянського і конституційного обов'язку із захисту національних інтересів, цілісності, незалежності України, сприяння становленню її як правової, демократичної, соціальної держави. Найважливішим пріоритетом національно-патріотичного виховання МОН України визначає формування ціннісного ставлення особистості до українського народу, Батьківщини, держави, нації.

В структурі громадянської компетентності науковці виокремлюють компоненти когнітивний, діяльнісний, ставленнєвий і ціннісний. Реалізація будь-якої державної програми буде успішною тільки тоді, коли зусилля

органів влади й посадових осіб спиратимуться на знання, вчинки, ставлення і цінності більшості громадян. У контексті реалізації гасла «Україна – це морська держава» в ході національно-патріотичного виховання виникає абсолютно очевидна необхідність формування у дітей та юнацтва необхідних знань, ставлень і цінностей та спонукання до конкретних суспільно корисних учинків, на основі яких і буде ґрунтуватися суспільна ідеологія державництва.

Відповіддю на потребу формування національної морської ідеї України став самоорганізований рух «знизу» представників громадянського суспільства, уособлений в членах Асоціації ветеранів ВМС, громадських організацій історичного та реконструкторського спрямувань, у діяльності окремих науковців, освітян, аматорів. Результатом цього руху стала низка подій, заходів, спрямованих на формування національної морської ідеї.

Говорячи про ресурс для забезпечення формування когнітивного компоненту громадянської компетентності в частині формування національної морської ідеї, слід зазначити необхідність написання і видання науково-популярної літератури відповідної тематики, яка б ґрунтувалася не на гаслах, а на адаптованих для популяризації наукових надбаннях, які є результатом досліджень істориків, археологів, етнографів, мовознавців та багатьох інших. Учителі та викладачі історії не мають інформаційного ресурсу, окрім радянських штампів чи їх осучаснених переробок щодо подій князівських походів на Візантію, оповідей про козацькі морські походи. Глибокий пласт античного мореплавства в північнопричорноморських містах видається не нашою історією; події так званих готських чи скіфських морських походів на Римську імперію відомі незначній частині вчителів історії; річкові шляхи як магістралі, навколо яких формувалася мережа поселень та господарська інфраструктура, переважно пояснюються з перестановкою місцями причин і наслідків і т.і. Відсутність науково обґрунтованого інформаційного ресурсу спричинила появу цілих поколінь «сухопутних» істориків, які укладаючи освітні програми для учнів вибудовують виключно суходільні сюжети і формують відповідне суходільне «історичне мислення» в учнів (в предметних методиках визначають різні види «мислень»: історичне, математичне, географічне і т.і.).

Моєю власною відповіддю на цей виклик стало створення і видання ілюстрованої (формат А4, обсяг 404 с.) історії давнього вітчизняного судноплавства і суднобудування в паперовому (Смагін, 2019) й електронному форматах. Книга написана на основі 1089 історичних і літературних джерел і має науково-популярний характер. Протягом року я використовував її як ресурс на курсах підвищення кваліфікації вчителів історії Житомирської області. За умов карантину і переходу на дистанційну форму освітньої діяльності було записано 36 відеолекцій, розміщені у вільному доступі на ЮТУБ-каналі та на створеній тематичній фейсбук-сторінці. Ідея поширення інформаційного ресурсу серед учителів і викладачів має опертя на механізм мультиплікації знань серед учнівської молоді.

Об'єднання зусиль з археологами, що працюють в експериментальній лабораторії інституту археології НАН України в Житомирській області, командою водних туристів м. Житомира, Асоціацією ветеранів ВМС України та представниками реконструкторських організацій дало змогу в квітні 2019 р. здійснити річкову науково-дослідницьку експедицію «з древлян у поляни» маршрутом Уж-Прип'ять-Дніпро з метою вивчення літописних водних шляхів, апробації на воді суден-реплік давніх древлян та прокладання туристичного водного маршруту через Зону відчуження ЧАЕС. Всі поставлені завдання було виконано й ще одним важливим інформаційним результатом експедиції стало створення циклу відеофільмів про експедицію та рух річковими шляхами. Паралельно, командою учасників цього походу протягом 2019 року було здійснено ще чотири експедиції річками України зі створенням відеофільмів, що пропагують водний туризм історичними річковими шляхами та розповідають про історичні цікавинки України. Результатом нашого основного водного походу стало відкриття туристичного маршруту через Зону відчуження та поява в м. Коростені на р. Уж центру водного річкового туризму.

Всі створені інформаційні ресурси у формі книг, відеофільмів, відеолекцій, репортажів розміщені на мережевих ресурсах з вільним доступом.

У молоді на основі знань формуються відповідні ставлення до вітчизняної морської історії та життєві цінності. Це яскраво виявляється в рухові реконструкторів давніх плавзасобів, який діє на території Житомирської, Рівненської, Івано-Франківської та Чернівецької областей. Товариствами реконструкторів, у взаємодії з професійними істориками й археологами, виготовлено всю лінійку давніх вітчизняних плавзасобів від човнів-довбанок до великих набірних вітрильно-гребних суден з клінкерною обшивкою. Організовано і проведено за широкої участі громадськості фестивалі давніх слов'янських човнів у Коростені, Житомирська обл. (Добриня-фест 2019) та Рівному (липень 2020).

Ставлення і цінності молоді виявляються в діях і вчинках на прикладі організованої Асоціацією ветеранів ВМС історико-краєзнавчої експедиції «з варяг у греки», в ході якої були проведені акції з висаджування корабельного лісу на Житомирщині, організовані акції на підтримку українських полонених моряків, здійснена

діяльність із популяризації видатних мореплавців, які народилися на території України тощо. Поєднання діяльності Асоціації та реконструкторського руху спричиняє синергетичний ефект. До цієї діяльності приєднуються музейники (Вишгород, Маневичі), козацькі організації тощо.

Зазначена діяльність, спрямована на пропаганду національної морської ідеї, ґрунтується на самоорганізаційних засадах і є виявленою потребою активної частини українського суспільства в популяризації морської історії, історії судноплавства і суднобудування України, у спосіб альтруїстичної діяльності на основі розуміння необхідності формування патріотичної свідомості у молодих громадян України.

Висновки. Поєднання зусиль науковців, освітян, громадських організацій навколо створення інформаційних продуктів, що пропагують національну морську ідею, інтеграція діяльності реконструкторів, фестивального руху, туристичних організацій і ветеранських організацій допомагає формувати необхідні ставлення і цінності через дії і дає ефективний результат у процесі формування громадянських компетентностей молоді. Але ця діяльність потребує концептуалізації і подальшої ресурсної підтримки з боку держави та суттєвого доповнення освітнього блоку Морської доктрини України.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

[1] Кабінет Міністрів України. (2009). Постанова Про затвердження Морської доктрини України на період до 2015 року. №1307. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-#Text>.

[2] Про освіту. № 2145-VIII § розд. I ст.1. (2017).

[3] Бех, І. & Чорна, К. (2015) Програма українського патріотичного виховання дітей та учнівської молоді. *Гірська школа українських Карпат*. 12–13, 26–37.

[4] Смагін, І. І. (2019). *Історія давнього вітчизняного судноплавства і суднобудування*. Житомир: Видавець О. О. Євенок.

Smagin Igor

Through the history of domestic navigation and shipbuilding to restoration of the national maritime idea of Ukrainian society

Summary. *Specific ways of popularization of the main components of the national maritime idea of Ukrainian political nation among children and youth are offered. The components of such work are described: book publishing, distance electronic resources, joint activities of veterans' organizations with the movement of reconstructors and tourist organizations. The achievements of the reconstruction movement of Zhytomyr and Rivne regions are highlighted.*

Keywords: *history of navigation; national maritime idea; educational curriculum.*

УДК 629.12.011.001.24

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ СОСТАВА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ КОРАБЛЕЙ С УЧЁТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕННОГО ВООРУЖЕНИЯ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
Украина, г. Николаев
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянута постановка задачі оптимального комплектування оперативно-тактичного з'єднання надводних кораблів зі змінним озброєнням. Для вирішення цієї задачі може біти застосований метод множників Лагранжа. Розглянуто якісну змістовність поставленої задачі.

Ключові слова: кораблі зі змінним озброєнням; показник ефективності; функція Лагранжа

Вступительная часть. В данном докладе мы рассмотрим постановку задачи и общие принципы использования математического моделирования при обосновании состава оперативно - тактического соединения (ОТС) надводных кораблей с учётом некоторых современных тенденций. ОТС является составной частью оперативно-тактического объединения (ОТО). В Военно-Морских Силах Украины в качестве ОТО используется эскадра разнородных сил, могут также использоваться в том же качестве силы военно-морского района (ВМР). Состав такого объединения должен быть базовым вариантом для перспективного и оперативного планирования и изменяться в зависимости от поставленных задач, района ведения боевых действий, наличия тех или иных сил у противника и от наличия резерва времени для развёртывания.

Так, эскадра разнородных сил состоит из номерных оперативно-тактических соединений и тактических групп. Каждому соединению отводится определённый район для ведения боевых действий, организуется единая система управления и связи. Такая система должна обеспечивать как централизованное, так и раздельное управление силами ОТО и ОТС. Операция на море будет складываться из операций и боевых действий оперативно-тактических соединений, тактических групп и будет проводиться по единому плану, [1].

Современная морская война получила название сетецентрической войны (Network-Centric Warfare). В условиях сетецентрической войны все корабли соединения рассматриваются как устройства, подключенные к информационной сети. В этом случае ОТО, ОТС и тактические группы представляют собой элементы сети, объединяющей корабли в единое информационно - коммуникационное пространство.

В связи с применением сетевой архитектуры корабельных соединений одним из перспективных направлений в военном кораблестроении, которое реализовано в военно-морских флотах США, Дании, Германии и Нидерландов является использование кораблей модульной конструкции. Это схемы Seamod, Standard Flex, SIGMA и некоторые другие. В этих случаях вооружение и технические средства корабля изготавливаются и поставляются контрагентами в виде конструктивных (КМ) и функциональных (ФМ) модулей. Под КМ понимается конструктивно и технологически законченная стандартная сборочная единица - составная часть корпуса корабля. Под ФМ понимается тот или иной вид насыщения для КМ. Понятие модуля подразумевает интеграцию всех или части корабельных подсистем и оборудования, из которых состоит комплекс оружия и радиоэлектронный комплекс, в виде модулей, которые могут размещаться в контейнерах, на поддонах или на рамных конструкциях. КМ должны иметь стандартные размеры и проектироваться таким образом, чтобы при необходимости можно было быстро и с минимальными изменениями заменить размещавшуюся в них морально устаревшую систему новой. Эти модули связаны стандартными входами (узлами сопряжения) со всеми общекорабельными системами (электроэнергетической, кондиционирования воздуха и вентиляции, а также с общекорабельной связью). При этом вооружение может быть сменным, и его модули могут быстро заменяться. Тогда назначение проектируемого корабля может неоднократно изменяться в зависимости от оперативно-тактической ситуации на театре военных действий.

Целесообразность перехода при использовании модульной конструкции к сменному вооружению должна быть установлена по результатам военно-экономического анализа, который выполняется на стадии формирования концепции проектируемого корабля. Постановка задачи такого анализа и рассмотрена в предлагаемом докладе.

Цель работы. Целью работы является выработка постановки задачи оптимизации состава оперативно-тактического соединения надводных кораблей со сменным вооружением, а также выполнение качественного анализа содержательности поставленной оптимизационной задачи.

Основная часть работы. На рис. 1 схематически показана декомпозиция задачи определения состава оперативно тактического соединения (ОТС) надводных кораблей, когда параллельно рассматриваются два подхода к декомпозиции - традиционный и модульный со сменным вооружением. Здесь уровень А отвечает комплектованию ОТС, уровень В - формированию концепции, когда определяются тактические элементы (ТаЭ) проектируемого корабля и отвечающие им параметры технических решений (ПТР), и уровень С - исследованию, развитию и обоснованию концепции проектируемого корабля, когда определяются технические элементы корабля (ТеЭ) и сопутствующие им ПТР.

Задачами оперативно - тактического соединения, которое комплектуется из традиционных кораблей или из кораблей со сменным вооружением, могут быть:

- патрулирование морских границ, борьба с нарушителями в мирное и в военное время, $i = 1$;
- борьба с надводными кораблями противника в военное время, $i = 2$;
- борьба с подводными лодками противника в военное время, $i = 3$;
- поиск и уничтожение минных заграждений в военное и послевоенное время, $i = 4$;
- постановка минных заграждений в военное время, $i = 5, \forall i \in I_3, I_3 = 5$.

Далее мы рассмотрим параллельное решение задач обоснования состава оперативно-тактического соединения, которое базируется на двух различных принципах. Эти принципы таковы:

- традиционный принцип, когда ОТС комплектуется специализированными кораблями соответствующих классов и подклассов (корветы, тральщики, минные заградители);
- новый принцип (модульная конструкция со сменным вооружением), когда в одном и том же корпусе при одной и той же энергоустановке размещаются сменные модули-контейнеры с различными видами

вооружения, и один и тот же корабль после краткосрочного переоборудования сможет решать любую из перечисленных выше задач.

Предположим далее, что показатель эффективности $\mathcal{E}_{OTC}$ отождествляется с вероятностью выполнения i -й боевой задачи P_i . Во многих практически важных случаях величины P_i подчинены либо показательному закону ($P_i = 1 - \exp(-\Phi_i)$), либо - реже - закону Релея ($P_i = 1 - \exp(-\Phi_i^2)$).

Здесь Φ_i - соответствующие потенциалы корабля (поисковый, ударный, защитный), отвечающие задачам ОТС и зависящие от тактико-технических элементов (ТТЭ) и параметров технических решений (ПТР) корабля. Расчётные зависимости для указанных потенциалов содержатся в работах [2,3]. Так, поисковый потенциал представляет собой отношение обследованной за заданное время площади к полной площади поиска, ударный потенциал представляет собой математическое ожидание числа поражающих попаданий, а защитный потенциал может рассматриваться как математическое ожидание количества попаданий, необходимых для уничтожения корабля.

Тогда, выполнив логарифмирование, перейдем в формуле для показателя эффективности $\mathcal{E}_{OTC}$ от мультипликативной свертки к аддитивной свёртке, и окончательно будет, [2,3]:

$$-\ln \mathcal{E}_{OTC} = \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}.$$

Эта формула является приближённой, её уточнение и дополнение выполнено в работе [4]. Кроме того, в этой формуле $n_i = 1$, если i -я вероятность P_i определяется по показательному закону, и $n_i = 2$, если используется закон Рэлея. Ресурсный показатель (стоимость жизненного цикла) ОТС при традиционном способе комплектования ОТС определится в виде:

$$S_{OTC} = S_{OTC1} = \sum_{i=1}^{I_+} N_{i+} s_{in}, \quad (1)$$

где s_{in} - суммарный (включающий все виды затрат) ресурсный показатель по n -му кораблю i -го типа, входящих в состав ОТС, $\forall n \in N_{i+}, \forall i \in I_+$;

N_{i+} - количество кораблей i -го типа, входящих в состав ОТС;

I_+ - количество типов кораблей в составе ОТС.

Общее количество кораблей в составе ОТС будет, очевидно, равно $\sum_{i=1}^{I_+} N_{i+}$.

При комплектации ОТС кораблями со сменным вооружением целесообразно принять ресурсный показатель в следующей форме:

$$S_{OTC} = S_{OTC2} = S'_{OTC} + S''_{OTC}; \quad S'_{OTC} = N_+ S; \quad S''_{OTC} = \sum_{k=1}^K S_k, \quad (2)$$

где S'_{OTC} , S''_{OTC} - постоянная и переменная составляющие ресурсного показателя.

В формуле (2) S'_{OTC} есть сумма капитальных затрат и эксплуатационных расходов в течение срока жизни корабля по корпусу, главным и вспомогательным механизмам, а также по той части технических средств, которая не меняется при смене вооружения корабля. Эта величина относится ко всему ОТС. Величина S - это то же, что и S'_{OTC} , но для одного корабля, и для всех входящих в состав ОТС N_+ кораблей величина S одинакова. Далее, в этой же формуле K - общее количество съемных функциональных блоков - модулей сменного вооружения и сопутствующих технических средств, а S_k - сумма капитальных и эксплуатационных затрат по k -му съемному модулю.

Критерий эффективности при выборе принципа комплектования ОТС должен быть некомбинированным. Такой критерий может быть основан либо на принципе максимального эффекта, либо на принципе экономии ресурсов. Применение комбинированного критерия (типа разности или типа дроби) в задаче выбора принципа комплектования ОТС не может быть рекомендовано. Этот вывод следует из описанных в работе [5] свойств комбинированного критерия типа дроби: при сопоставлении по этому критерию качественно различных вариантов получение достоверных результатов не гарантировано. Но на нижележащих иерархических уровнях применение комбинированного критерия типа дроби возможно. Однако на практике применение минимизации ресурсного показателя предпочтительнее максимизации полезного эффекта: ресурсный показатель, в отличие от полезного эффекта, обладает свойством сепарабельности, [6].

Теперь можно рассмотреть оба варианта логических постановок задач определения оптимального состава ОТС. Эти постановки будут:

-при традиционном способе комплектования - найти такое количество типов кораблей I_+ и количество кораблей каждого типа N_{i+} в составе ОТС, которое или для заданного минимально допустимого уровня эффективности $[\mathcal{E}_0]$ минимизировало бы ресурсный показатель S_{OTC1} (формула (1)), или для заданного ограничения на ресурс $[S_{OTC}]$ максимизировала бы полезный эффект;

-при новом способе комплектования - найти такое количество однотипных кораблей со сменным вооружением I_+ и такую номенклатуру сменного вооружения на каждом корабле ОТС (вектор $\bar{K}_+$), которое для минимально допустимого уровня эффективности $[\mathcal{E}_0]$ минимизировало бы ресурсный показатель S_{OTC2} (формула (2)) или для заданного ограничения на ресурс $[S_{OTC}]$ максимизировала бы полезный эффект.

Решение аналогичной задачи при традиционном способе комплектования ОТС методом множителей Лагранжа рассмотрено в работе [3]. В данной же работе это решение дополнено за счёт учёта возможного перехода к сменному вооружению.

Здесь вектор $\bar{K}_+$ содержит компоненты $\{\bar{K}_+\} = k_j$, а каждое k_j соответствует тому или иному содержимому блок - модуля, $\forall j \in J_{CM}$.

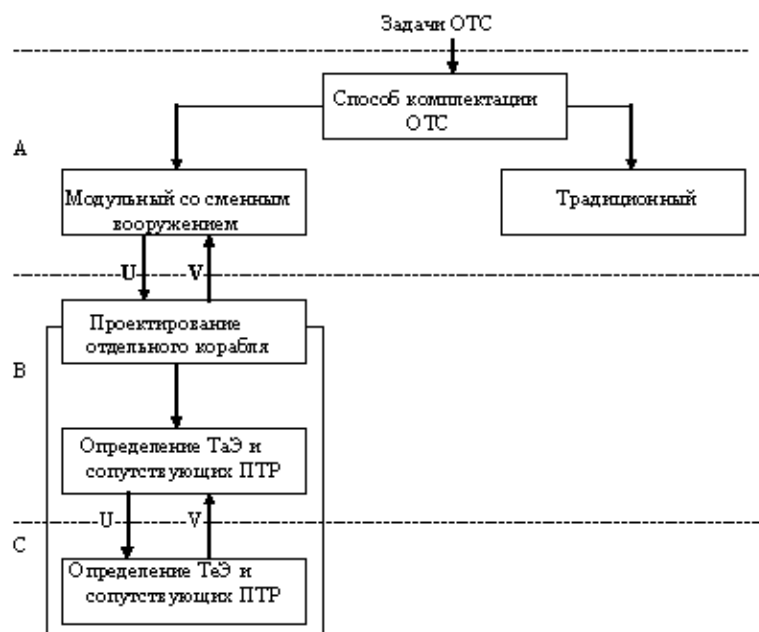


Рис. 1. Декомпозиция задачи определения состава ОТС (уровень А), ТТЭ и ПТР отдельного корабля (уровни В и С)

U - прямые (координационные) связи; V - обратные (информационные) связи.

Аналитические постановки этих задач будут:

-при традиционном способе комплектования и при минимизации ресурса

$$I_{0+} \subset I_{\partial+}, N_{0i} \subset N_{\partial i} : S_{OTC1}(I_{0+}, N_{0i+}) \leq S_{OTC1}(I_+, N_{i+}); \quad (3a)$$

$$I_{\partial+}, N_{\partial i+} : \sum_{i=1}^{I_{\partial+}} \Phi_i^{n_i}(I_+, N_{\partial i+}) = -\ln[\mathcal{E}_0]; \quad (3b)$$

-при традиционном способе комплектования и при максимизации полезного эффекта

$$I_{0+} \subset I_{\partial+}, N_{0i} \subset N_{\partial i} : \sum_{i=1}^{I_{0+}} \Phi_i^{n_i}(I_{0+}, N_{0i+}) \geq \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}(I_+, N_{i+}); \quad (4a)$$

$$I_{\partial+}, N_{\partial i+} : S_{OTC1}(I_{\partial+}, N_{\partial i+}) = [S_{OTC}]; \quad (4b)$$

-при новом способе комплектования и при минимизации ресурса

$$I_{0+} \subset I_{\partial+}, \bar{K}_{0+} \subset \bar{K}_{\partial+} : S_{OTC2}(I_{0+}, \bar{K}_{0+}) \leq S_{OTC2}(I_+, \bar{K}_+); \quad (5a)$$

$$I_{\partial+}, \bar{K}_{\partial+} : \sum_{i=1}^{I_{\partial+}} \Phi_i^{n_i}(I_{\partial+}, \bar{K}_{\partial+}) = -\ln[\mathcal{E}_0]; \quad (5b)$$

-при новом способе комплектования и при максимизации полезного эффекта

$$I_{0+} \subset I_{\partial+}, \bar{K}_{0+} \subset \bar{K}_{\partial+} : \sum_{i=1}^{I_{0+}} \Phi_i^{n_i}(I_{0+}, \bar{K}_{0+}) \geq \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+); \quad (6a)$$

$$I_{\partial+}, \bar{K}_{\partial+} : S_{OTC2}(I_{\partial+}, \bar{K}_{\partial+}) = [S_{OTC}]; \quad (6b)$$

где индексом „0” отмечено оптимальное решение.

Одинаковость оптимальных решений для задач (3a)-(3b) и (4a)-(4b), (5a)-(5b) и (6a)-(6b) следует из теоремы Аганбегяна - Багриновского, [7].

Задачи (5a)-(5b) и (6a)-(6b) допускают декомпозицию с использованием схемы из работ [8,9].

Обозначим $F_+ = F_+(I_+, \bar{K}_+)$, где при минимизации ресурса

$F_+(I_+, \bar{K}_+) = F'_+(I_+, \bar{K}_+) = S_{OTC2}(I_+, \bar{K}_+)$ и при максимизации полезного эффекта

$F_+(I_+, \bar{K}_+) = F''_+(I_+, \bar{K}_+) = \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+)$. Тогда соотношения (5a) и (6a) могут быть представлены и в

виде

$$I_{0+}, \bar{K}_{0+} = \arg \min_{(I_+, \bar{K}_+) \in (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 1}} F'_+(I_+, \bar{K}_+);$$

$$I_{0+}, \bar{K}_{0+} = \arg \max_{(I_+, \bar{K}_+) \in (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 2}} F''_+(I_+, \bar{K}_+),$$

где индекс «1» отвечает допустимому решению (5b), а индекс «2» - допустимому решению (6b).

Предположим, что с каждым модулем $k_j \in \bar{K}_+$ находится во взаимно - однозначном соответствии только один показатель эффективности $\mathcal{E}_j, \forall j \in J_{CM}$. Например, если модуль представляет собой зенитно-артиллерийский комплекс, то этот комплекс предназначен для борьбы только с воздушными целями и показатель эффективности $\mathcal{E}_j$ есть вероятность сбивания заданного числа целей. А если модуль представляет собой реактивную бомбомётную установку, то он предназначен для борьбы только с подводными лодками противника и показатель $\mathcal{E}_j$ есть вероятность уничтожения подводной лодки

противника, и т. д. Тогда всякому вектору $\bar{K}, \{\bar{K}\} = k_j, \forall j \in J_{CM}$ отвечает вектор $\bar{\Theta}, \{\bar{\Theta}\} = \vartheta_j, \forall j \in J_{CM}$, причём компоненты k_j и ϑ_j находятся во взаимно-однозначном соответствии.

Предположим, что для критериев F'_+ и F''_+ возможно представление

$$F'_+ = F'_+(\bar{\Theta}) = F'_+(\vartheta_j), \quad \vartheta'_j = \vartheta'_j(I_+, \bar{K}) = \vartheta'_j(I_+ k_j) = \{\bar{\Theta}'\}, \forall j \in J_{CM};$$

$$F''_+ = F''_+(\bar{\Theta}) = F''_+(\vartheta_j), \quad \vartheta''_j = \vartheta''_j(I_+, \bar{K}) = \vartheta''_j(I_+ k_j) = \{\bar{\Theta}''\}, \forall j \in J_{CM};$$

$$(I_+, \bar{K}_+) \subset (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 1} \text{ при } F_+ = F'_+ \text{ и } (I_+, \bar{K}_+) \subset (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 2} \text{ при } F_+ = F''_+.$$

Тогда численное определение зависимости $\bar{K} = \bar{K}(\bar{\Theta})$ (штрихи опущены) не представит затруднений. Предположим далее, что функция $F_+(\vartheta_j)$ является монотонной по каждому аргументу. Это означает, что для любых ϑ_m и ϑ_n , $\forall \vartheta_m, \vartheta_n \in \bar{\Theta}$, $\forall m, n \in J_{CM}$ справедливо условие: если $\vartheta_m > \vartheta_n$, то и $F_+(\vartheta_m) > F_+(\vartheta_n)$. Тогда, как показано в работе [6], вместо поиска оптимального вектора $\bar{K}_0$ проще искать оптимальный вектор $\bar{\Theta}_0$ из условия

$$\bar{\Theta}_0 = \arg \min_{\vartheta_j \in \pi_1(\bar{\Theta})} F_+(\bar{\Theta}), F_+(\bar{\Theta}) = F'_+(\bar{\Theta}); \quad \bar{\Theta}_0 = \arg \max_{\vartheta_j \in \pi_2(\bar{\Theta})} F_+(\bar{\Theta}), F_+(\bar{\Theta}) = F''_+(\bar{\Theta});$$

$$\pi_1[\bar{\Theta}(I_+, \bar{K})] \subset (I_+, \bar{K})_{\partial 1}; \quad \pi_2[\bar{\Theta}(I_+, \bar{K})] \subset (I_+, \bar{K})_{\partial 2},$$

где $\pi_1(\bar{\Theta})$, $\pi_2(\bar{\Theta})$ - области Парето для вектора $\bar{\Theta}$.

А далее можно найти оптимальный вектор $\bar{K}_0 = \bar{K}_0(\bar{\Theta}_0)$, [8].

Рассмотрим далее ситуацию, когда каждому модулю k_j отвечает более чем один критерий. Например, находящаяся в одном из модулей артиллерийская установка является универсальной и может быть использована как против воздушных, так и против морских целей. Другой пример - когда реактивная бомбомётная установка используется не только против подводных лодок противника, но ещё и как система залпового огня против берега или даже в ближнем бою против надводных кораблей противника. В этом случае применяется одинарная линейная свёртка частных критериев. Вектор соответствующих весовых коэффициентов есть

$$\bar{\Gamma}_j, \{\bar{\Gamma}_j\} = \gamma_{jl} > 0, \quad \forall j \in J_{CM}, \quad \forall l \in L_j, \quad \sum_{j=1}^{J_{CM}} \sum_{l=1}^{L_j} \gamma_{jl} = 1,$$

где L_j - количество частных критериев применительно к функционированию j - го модуля.

Тогда имеем, [9]:

-при минимизации ресурса

$$I_{0+} = \arg \max_{I_+ \in \bar{S}'_l(\gamma_0)} \max_{\substack{k_j \in \bar{R}'_j(I_+^{(0)}, \gamma_{jl}), \\ 1 \leq j \leq J_{CM}}} [-F'_+(I_+, \bar{K}_+)]; \quad K_0 = \arg \max_{\substack{k_j \in \bar{R}'_j(I_+^{(0)}, \gamma_{jl}), \\ 1 \leq j \leq J_{CM}}} [-F'_+(I_+, \bar{K}_+)];$$

-при максимизации эффекта

$$I_{0+} = \arg \max_{I_+ \in \bar{S}''_l(\gamma_0)} \max_{\substack{k_j \in \bar{R}''_j(I_+^{(0)}, \gamma_{jl}), \\ 1 \leq j \leq J_{CM}}} F''_+(I_+, \bar{K}_+); \quad K_0 = \arg \max_{\substack{k_j \in \bar{R}''_j(I_+^{(0)}, \gamma_{jl}), \\ 1 \leq j \leq J_{CM}}} F''_+(I_+, \bar{K}_+).$$

$$\bar{S}'_l(\gamma) = \arg \max_{I_+ \in (I_+, K)_{\partial 1}} \min_{1 \leq j \leq J_{CM}} \max_{k_j \in D'_j(I_+)} \min_{1 \leq l \leq L_j} [-\gamma_{jl} \vartheta'_{jl}(I_+, \bar{K}_+)];$$

$$\bar{S}''_l(\gamma) = \arg \max_{I_+ \in (I_+, K)_{\partial 2}} \min_{1 \leq j \leq J_{CM}} \max_{k_j \in D''_j(I_+)} \min_{1 \leq l \leq L_j} \gamma_{jl} \vartheta''_{jl}(I_+, \bar{K}_+);$$

$$\bar{R}'_j(I_+, \gamma_{jl}) = \arg \max_{k_j \in D'_j(I_+)} \min_{1 \leq l \leq L_j} [-\gamma_{jl} \vartheta'_{jl}(I_+, \bar{K}_+)];$$

$$\begin{aligned}\bar{R}_j''(I_+, \gamma_{jl}) &= \arg \max_{k_j \in D_j''(I_+)} \min_{1 \leq l \leq L_j} \gamma_{sj} \bar{\alpha}_j''(I_+, \bar{K}_+); \\ \gamma'_0 &= \arg \max_{\gamma_{jj} \in \bar{\Gamma}_j} \max_{I_+ \in S_I'(\gamma_{jj})} \max_{I_+ \in R_j(I_+, \gamma_{jj})} [-F'_+(I_+, \bar{K}_+)]; \quad \gamma''_0 = \arg \max_{\gamma_{sj} \in \bar{\Gamma}_S} \max_{I_+ \in S_I''(\gamma)} \max_{I_+ \in R_j(I_+, \gamma_{jl})} F''_+(I_+, \bar{K}_+); \\ D_I'(I_+) &= \{k_j : (I_+, \bar{K}_+) \in (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 1}\}; \quad D_I''(I_+) = \{k_j : (I_+, \bar{K}_+) \in (I_+, \bar{K}_+)_{\partial 2}\}.\end{aligned}$$

Для решения поставленной оптимизационной задачи можно применить метод множителей Лагранжа. Для случая комплектования традиционного ОТС. решение соответствующей задачи методом множителей Лагранжа рассмотрено в работе [3]. Постановка задачи в форме (4а)-(4б) с точностью до обозначений аналогична постановке, содержащейся в указанной работе. При этом предполагаются справедливыми соотношения Куна - Таккера. а также условие Слейтера, [3,10]. А при комплектовании ОТС модульными кораблями имеем функцию Лагранжа для задачи (5а)-(5б) в форме

$$L_{X1} = S_{OTC2}(I_+, \bar{K}_+) + \lambda \left\{ \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+) + \ln[\mathcal{E}_0] \right\}$$

или для задачи (6а)-(6б) в форме

$$L_{X2} = \sum_{i=1}^{I_+} \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+) + \lambda \{ S_{OTC2}(I_+, \bar{K}_+) - [S_{OTC}] \},$$

где λ - множители Лагранжа.

Условия оптимальности будут (индекс 1,2 при функциях Лагранжа опущен):

$$\frac{\partial L_X(I_+, \bar{K}_+, \lambda)}{\partial I_+} = 0; \quad \frac{\partial L_X(I_+, k_j, \lambda)}{\partial k_j} = 0, j \in J_{CM}; \quad \frac{\partial L_X(I_+, \bar{K}_+, \lambda)}{\partial \lambda} = 0.$$

В первом приближении можно, в зависимости от конкретных обстоятельств, получить простейшие аналитические зависимости вида $L_X = L_X(I_+, \bar{K}_+)$ и вычислить аналитически все частные производные. В более сложном случае, когда приходится использовать численные методы. В более сложном случае, когда приходится использовать численные методы, для сведения задачи с ограничениями к задаче без ограничений лучше применять модифицированные функции Лагранжа M_X . Эти функции имеют вид, [10]:

-для задачи (5а)-(5б)

$$\begin{aligned}M_X &= M_{X1} = S_{OTC}(I_+, \bar{K}_+) + \frac{1}{2A}(\lambda + Ag_{X1})^2 - \frac{|\lambda|^2}{2A}; \\ g_{X1} &= \sum_{i=1}^I \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+) + \ln[\mathcal{E}_0] \geq 0;\end{aligned}$$

-для задачи (6а)-(6б)

$$\begin{aligned}M_X &= M_{X2} = \sum_{i=1}^I \Phi_i^{n_i}(I_+, \bar{K}_+) + \frac{1}{2A}(\lambda + Ag_{X2})^2 - \frac{|\lambda|^2}{2A}; \\ g_{X2} &= S_{OTC2}(I_+, \bar{K}_+) - [S_{OTC}] \geq 0.\end{aligned}$$

В этих формулах A - произвольная фиксированная положительная константа.

Рассмотрим далее некоторые качественные аспекты содержательности компромиссной задачи (иными словами, рассмотрим, в силу каких причин может существовать оптимальное решение задач (5а)-(5б) или (6а)-(6б)). Очевидно, что корабли со сменным вооружением будут выгодными тогда, когда требуемый фактической обстановкой на театре военных действий (ТВД) коэффициент оперативного использования специализированного корабля $(\eta_{КОИ})_\Phi$ существенно ниже потенциального (технически достижимого) значения этого коэффициента $(\eta_{КОИ})_T$. Получается, что, возможно, напрасно потрачены ресурсы на создание и содержание избыточного количества кораблей. Но обосновать возможность снижения потребного количества специализированных кораблей проблематично. Дело в том, что величина

$(\eta_{\text{КОИ}})_\Phi$ на стадії проектування може бути оцінена тільки путем прогнозування і відома лише з певної (і, як правило, невеликої) ступеню достовірності. А спеціалізовані кораблі - в відміння від модульних кораблів - не мають міжкласової взаємозамінюваності (т. е. не можна використовувати корвет замість тральщика і навпаки). Через це компенсувати можливе завищення $(\eta_{\text{КОИ}})_\Phi$ по даним прогнозу зниженням кількості кораблів в цьому випадку не вдається, тоді як для модульних кораблів це можливо. Тому потрібне (із умови забезпечення рівня ефективності $[\mathcal{E}_0]$) кількість модульних кораблів може бути менше, а ресурсний показник по ОТС - також менше. В той же час вииграш може знизитися або навіть обернутися проигрышем тому, що спеціалізований корвет або тральщик може перевершувати по бойовим можливостям модульний корабель з озброєнням корвета або тральщика. А частину бойових можливостей модульного корабля, потрібна в одному з варіантів, стає зайвою в іншому. Тут можна привести наступні приклади. Швидкості повного ходу спеціалізованого корвета і спеціалізованого тральщика відрізняються приблизно вдвічі, тоді як модульний корабель в варіанті тральщика збереже зайву в даному випадку швидкість корвета. Крім того, сучасний тральщик - пошуковець мін повинен мати систему динамічного позиціонування, тоді як корвету така система не потрібна.

Висновки. 1. В результаті виконаного дослідження запропонована постановка задачі оптимізації оперативного-тактичного зв'язування (ОТС) надводних кораблів, яка, в відміння від раніше відомих постановок аналогічних задач, передбачає застосування сменного озброєння.

2. Виконано якісний аналіз змістовності поставленої компромісної задачі, показані умови, при яких ОТС надводних кораблів зі сменним озброєнням може мати переваги над ОТС з традиційними принципами комплектації.

3. Кількісна реалізація поставленої задачі потребує значущого об'єму додаткових досліджень.

СПИСОК ІСТОЧНИКІВ

1. Близнюков С.П., Найко О.А. (2002) Проблеми розвитку Військово-Морських сил Збройних Сил України. *Наука і оборона*, 4, 39-41
 2. Худяков, Л.Ю. (1980) Исследовательское проектирование кораблей. Л.: Судостроение
 3. Волгин, Н.С. (1999) Исследование операций Часть 1. Раздел I. Теоретические основы математического моделирования (исследование операций) при управлении силами. Раздел II. Методы математического моделирования (методы прикладной математики). // Часть 2. Раздел III. Методы математического моделирования применения сил флота (методы исследования операций). СПб: Военно-морская академия
 4. Соломенцев О.И. (2020) Определение ресурсного показателя и показателя эффективности для соединения кораблей с учётом использования сменного вооружения. См. текст доклада в настоящем сборнике
 5. Нарусбаев, А.А. (1976) Введение в теорию обоснования проектных решений. Л.: Судостроение.
 6. Бреслав, Л.Б. (1982) Техничко-економічне обґрунтування засвідчення Світового океану. Л.: Судостроение
 7. Влэдуц, С.Г., Левнер, Е.Г. (1988) Соотношения взаимности в многокритериальных задачах математического программирования. *Известия Академии Наук СССР. - Серия «Техническая кибернетика»*. - М.: Наука, 6, 197-201
 8. Краснощёков, П.С., Морозов, В.В., Фёдоров В.В. (1979) Декомпозиция в задачах проектирования. *Известия Академии Наук СССР. - Серия «Техническая кибернетика»*. - М.: Наука, 2, 7-17
 9. Краснощёков, П.С., Морозов, В.В., Фёдоров В.В. (1979) Проектирование технических систем многоцелевого назначения. *Известия Академии Наук СССР. - Серия «Техническая кибернетика»*. М.: Наука, 4, 7-20
 10. Васильев, Ф.П. (1988) Численные методы решения экстремальных задач М.: Наука
- Solomyentsev, O.I.** Planning of the work for the determining of flexible warships squadron characteristics
Abstract. In this work is done a planning of the squadron of flexible ships characteristics determination, with the help of Lagrange's function method. Also, is done approximate comparing of the efficiency of the non-flexible and flexible ships squadrons
Key words: flexible ships; life cycle cost; measure of efficiency, Lagrange's function
Соломенцев, О.И. Постановка задачі обґрунтування складу оперативного-тактичного зв'язування кораблів за умови використання змінного озброєння

Аннотация. Рассмотрена постановка задачи оптимальной комплектации оперативно-тактического соединения надводных кораблей со сменным вооружением. Для решения этой задачи может быть использован метод множителей Лагранжа. Рассмотрена качественная содержательность поставленной задачи.

Ключевые слова: корабли со сменным вооружением; показатель эффективности; функция Лагранжа

УДК 629.12.011.001.24

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ АНАЛИЗА ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Украина, г. Николаев

solomen@mksat.net

Анотація. Запропоновано засіб аналізу тенденцій розвитку надводних кораблів на підставі аналізу динаміки визначених експертним шляхом вагових коефіцієнтів, що застосовуються при визначенні показника ефективності, протягом певного проміжку часу (10-15 років) для кораблів одного і того ж класу. Наведено приклад такого аналізу, коли об'єктом дослідження слугували есмінци ВМС США типу "А. Бурк".

Ключові слова: тенденції розвитку надводних кораблів; показник ефективності надводного корабля; ваговий коефіцієнт

Вступительная часть. Определение показателя эффективности является одной из специфических, важных и сложных задач, решаемых при проектировании надводных кораблей. На современном этапе для нахождения показателя эффективности применяются следующие методы:

- способ коэффициентов использования, предложенный в 1999 г. Л.Ю. Худяковым для задач проектирования и сопоставительного анализа проектов атомных подводных лодок [1] и обобщенный на надводные корабли автором, [2,3];
- предложенные китайскими авторами в 2016-2017 г.г. способы, основанные на методе анализа иерархий и многофакторной теории полезности [4], а также на теории катастроф [5];
- используемый в США способ двойной линейной свёртки частных критериев, предложенный в 2003 г. А. Брауном [6] и получивший дальнейшее развитие в диссертационных исследованиях [7,8,10], а также в статье [9].

При этом способ, изложенный в работах [6-10], имеет одну интересную особенность. Этот способ предусматривает многокритериальную оптимизацию, когда скаляризация векторного критерия выполняется, как уже упоминалось, на основе двойной линейной свёртки частных критериев, [8] и таким образом определяется интегральный показатель эффективности (Overall Measure of Efficiency - ОМОЕ). С определённой долей приближения от двойной свёртки можно перейти к одинарной свёртке, все необходимое зависимости приведено ниже. Показатель ОМОЕ, найденный с использованием линейной свёртки, содержит весовые коэффициенты. Эти весовые коэффициенты, как и в указанной выше работе китайских авторов [4], определяются путём экспертных оценок. Для повышения достоверности этих оценок применяются метод парных сравнений, метод анализа иерархий и методы многофакторной теории полезности. А это обстоятельство позволяет поставить и решить одну важную задачу.

Предположим, что нам известны значения используемых при нахождении показателя ОМОЕ весовых коэффициентов для кораблей одного и того же класса или даже для модификаций одного и того же проекта на протяжении достаточно длительного (10-15 лет) периода времени. Тогда, анализируя тенденции изменения весовых коэффициентов с течением времени, можно сделать достаточно интересные выводы о тенденциях развития кораблей соответствующего класса в данной стране. Это могут быть выводы об изменении значимости тех или иных систем оружия и защиты, а также мореходности и ходкости. при этом может измениться и соотношение между наступательными и оборонительными возможностями корабля. Пример соответствующего анализа и является темой данного доклада.

Разумеется, что всё, сказанное далее, применимо только тогда, когда информация по весовым коэффициентам является доступной. Применительно к расчётной схеме, предложенной в работах [6-10], такие данные есть. Методы нахождения показателя эффективности, принятые в работах [2,4,5], в принципе позволяют в перспективе реализовать тот же подход. Однако информация, необходимая для реализации предложенного подхода, в этом случае пока что отсутствует.

Цель работы. Целью данной работы является разработка схемы анализа тенденций развития одного из классов кораблей на основе имеемых данных об экспертных оценках весовых коэффициентов в линейной свёртке частных критериев, формирующих интегральный показатель эффективности.

Основная часть работы. С начала 1990-х гг. в США строятся эсминцы типа "А. Burk" нескольких серий. Это серии известны под обозначениями Flight I, Flight II, Flight IIA. рис. 1. В настоящее время в США продолжается строительство кораблей этого типа последней на данный момент серии – Flight III, [11]. Весовые коэффициенты, используемые при определении показателя эффективности для эсминцев этого типа, приведены в статье [9] и в диссертационном исследовании [10], причём данные указанных работ существенно различаются. Статья [9] опубликована в 2007 г. (доложена в 2006 г.), а диссертационное исследование [10] опубликовано в 2016 г., так что временной интервал между выходами указанных исследований составляет около десяти лет.

Дальнейшее изложение будем вести в следующей последовательности. Сначала приведём краткое изложение схемы определения показателя эффективности на основе двойной линейной свёртки в соответствии с работами [6-10]. Затем приведём информацию о весовых коэффициентах и их изменениях за исследуемый интервал времени. Это позволит сделать определённые выводы о тенденциях развития кораблей данного класса в США.

Для определения интегрального показателя эффективности в функции тактических элементов (ТаЭ) корабля последовательно находятся, [6,10]:

1.Размерные показатели функционирования корабля (Measure of Performance - MOP_i). Эти величины могут представлять собой любой отдельно взятый тактико-технический элемент корабля (скорость, дальность плавания, количество вертикальных пусковых установок, вертолётов и т.д.). Физическая размерность этих величин отвечает, очевидно, размерности соответствующих показателей, а $\forall i \in I$, где I - количество тактических элементов (ТаЭ) корабля. Под тактическими элементами понимаются состав вооружения и средств защиты корабля, скорость хода, дальность плавания.

2.Безразмерные показатели функционирования корабля (Value of Performance- VOP_i , $\forall i \in I$). Это безразмерные величины, заключённые в пределах от 0 до 1. Они характеризуют соотношения между фактическими значениями MOP_i , с одной стороны, и желательными значениями MOP_i с учётом минимально допустимых значений. Предполагается, что для нас желательна максимизация этих величин. Ясно, что величины VOP_i - равно как и MOP_i - определяются безотносительно к конкретным способам боевого применения проектируемого корабля. Если $[MOP]_{Ti}$ и $[MOP]_{Gi}$ - определённые на основе экспертных оценок минимальные и желательные значения MOP_i , и $[MOP]_{Gi} > [MOP]_{Ti}$ то тогда, используя т.н. естественную нормализацию частных критериев, находим

$$VOP_i = \frac{MOP_i - [MOP]_{Ti}}{[MOP]_{Gi} - [MOP]_{Ti}}, \forall i \in I.$$

Так, $VOP_i = 0$ означает, что i -й ТТЭ имеет только пороговое (минимально допустимые) значения. Напротив, $VOP_i = 1$ означает, что этот же ТТЭ имеет максимальное (желательное) значение.

3.Безразмерные частные показатели эффективности корабля (Measure of Efficiency - MOE_i , $\forall i \in I$). Это также безразмерные величины, заключённые в пределах от 0 до 1. Указанные величины, по аналогии с VOP_i , характеризуют соотношения между фактическими значениями показателей эффективности, с одной стороны, и желательными значениями показателей эффективности с учётом минимально допустимых значений. Однако, если параметры VOP_i , находятся на основе экспертных оценок, то параметры MOE_i , $\forall i \in I$ находятся в функции определённых на основе имитационных моделей боевых действий показатели боевой эффективности проектируемого корабля в той или иной боевой ситуации.

Пусть $\mathfrak{Z}_{ij}(MOP_i)$, $\forall i \in I$, $\forall j \in J$ есть определяемый на основе моделирования боевых действий

оператор перехода от той или иной численной величины, характеризующей MOP_i и не зависящей от характера боевых действий, к размерному (в общем случае) частному показателю эффективности. Этот частный показатель эффективности определяется на основе моделирования боевых действий, а J есть количество боевых задач, решаемых проектируемым кораблём. Например, для многоцелевых кораблей подклассов корвет – фрегат – эсминец – крейсер это будут борьба с берегом, борьба с надводными кораблями противника, борьба с подводными лодками и с авиацией противника (т.е. в этом случае $J=4$). Для тральщиков-искателей мин это может быть поиск мин впереди по курсу при помощи подводного аппарата-искателя мин и траление различными видами тралов, а для корабля дальнего десантирования – высадка десанта при помощи десантно-высадочных средств и при помощи вертолётов.

Номенклатура всех этих операций определяется расчётным сценарием боевого применения корабля.

А сами операторы $\mathfrak{Z}_{ij}(MOP_i)$, $\forall i \in I$, $\forall j \in J$ в американской технической литературе носят название моделей эффективности операций (Operation Effectiveness Models-OEM), [6-10].

Предположим, что $\forall i \in I$: $\mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Gi}) > \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Ti})$. Тогда для той или иной j_0 -й боевой задачи, вновь применив естественную нормализацию частных критериев, имеем:

$$j = j_0 \in J: MOE_{ij_0} = \frac{\mathfrak{Z}_{ij_0}(MOP_i) - \mathfrak{Z}_{ij_0}([MOP]_{Ti})}{\mathfrak{Z}_{ij_0}([MOP]_{Gi}) - \mathfrak{Z}_{ij_0}([MOP]_{Ti})}.$$

При этом предполагается, что для всех $i \in I$ увеличение численного значения показателя MOP_i характеризует улучшение боевой эффективности корабля. Отсюда следует и то, что $\forall i, j \in I, J$: $[MOP]_{Gij} > [MOP]_{Tij}$.

После осреднения по всем выполняемым боевым задачам (расчётным сценариям боевого применения корабля) от показателя MOE_{ij_0} можно перейти к осреднённому показателю MOE_i и найти этот показатель в виде:

$$MOE_i = \sum_{j=1}^J \lambda_j MOE_{ij} = \sum_{j=1}^J \lambda_j \frac{\mathfrak{Z}_{ij}(MOP_i) - \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Ti})}{\mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Gi}) - \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Ti})},$$

где λ_j - весовой коэффициент, учитывающий относительную важность j -го расчётного сценария (j -й

боевой задачи), при этом $\sum_{j=1}^J \lambda_j = 1$.

Для приближённых расчётных оценок иногда принимается

$$\forall j \in J: \mathfrak{Z}_{ij}(MOP_i) = MOP_i, \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Gi}) = [MOP]_{Gi}, \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Ti}) = [MOP]_{Ti}.$$

В этом случае для той или иной j_0 -й боевой задачи, для которой было

$$VOP_i = VOP_{ij_0} = \frac{MOP_{ij_0} - [MOP]_{Tij_0}}{[MOP]_{Gij_0} - [MOP]_{Tij_0}}, \forall i \in I, j_0 \in J, \text{ имеем } VOP_{ij_0} \equiv MOE_{ij_0}. \text{ Для комплекса}$$

боевых задач получается, что $MOE_i = \sum_{j=1}^J \lambda_j VOP_{ij} \geq [MOE]_{Ti}$. А в частном случае, когда параметры

MOP_i представляют собой не размерные ТаЭ проектируемого корабля, а вероятности того или иного характерного события и, следовательно, гарантированно заключены в пределах от 0 до 1, параметры VOP_i

могут не вводиться вообще. Получается, что в этом случае $MOE_i = \sum_{j=1}^J \lambda_j MOP_{ij}$. Таким характерным

событием, например, может быть вероятность успешного выполнения той или иной боевой задачи.

4. Интегральный показатель эффективности (Overall Measure of Efficiency - $OMOЕ$). Это также безразмерная величина, которая изменяется в пределах от 0 до 1. При этом случай $OMOЕ=0$ отвечает некоторой предельно низкой, но всё же ещё допустимо малой эффективности корабля. Случай $OMOЕ=1$ отвечает, напротив, максимально высокой эффективности. Но, помимо эффективности, к кораблю предъявляется также и ряд других требований (минимизация стоимости постройки и эксплуатации, наличие на корабле, с одной стороны, достаточно эффективных, но, с другой стороны, проверенных на практике и осуществимых для промышленности вооружения и технических средств). Поэтому часто варианты, которым отвечает $OMOЕ=1$, в комплексе с учётом всех предъявляемых к кораблю требований оказываются не самыми выгодными, [7]. На практике величина $OMOЕ=0,6$ уже считается низким значением, а $OMOЕ=0,8$ - средним значением. Очевидно, что параметр $OMOЕ$ будет некоторой возрастающей функцией полезной нагрузки.

Общая зависимость для нахождения этой величины представляет собой двойную линейную свёртку частных критериев, и имеет вид:

$$\mathcal{E} = OMOЕ = \sum_{j=1}^J \lambda_j \sum_{i=1}^I \mu_{ij} (MOE_{ij}),$$

где μ_{ij} - весовой коэффициент, учитывающий относительную важность i -го ТаЭ в j -ом расчётном сценарии.

Весовые коэффициенты $\mu_{ij} \in \overline{\overline{M}}$, где $\overline{\overline{M}}$ есть матрица размерностью $I \times J$. При этом должны выполняться условия нормировки вида

$$\forall j \in J : \sum_{i=1}^I \mu_{ij} = 1; \forall j_0 \in J, \forall i \in I : \sum_{j=1}^J \mu_{ij_0} = 1.$$

При приближённом подходе допустимо выполнить осреднение весовых коэффициентов по всем расчётным сценариям, положив $\tilde{\mu}_i = \sum_{j=1}^J \lambda_j \mu_{ij}$, $\forall \tilde{\mu}_i \in \tilde{\overline{M}}$, $\sum_{i=1}^I \tilde{\mu}_i = 1$, $\forall i \in I$, где $\tilde{\overline{M}}$ есть вектор осреднённых по всем расчётным сценариям весовых коэффициентов. Размерность этого вектора отвечает количеству ТаЭ проектируемого корабля I . Тогда расчётная зависимость для интегрального показателя эффективности упрощается к одинарной линейной свёртке и принимает простой вид:

$$\mathcal{E} = OMOЕ = \sum_{i=1}^I \tilde{\mu}_i (MOE_i).$$

А если было приближённо принято, что

$$\forall j \in J : \mathfrak{Z}_{ij}(MOP_i) = MOP_i, \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Gi}) = [MOP]_{Gi}, \mathfrak{Z}_{ij}([MOP]_{Ti}) = [MOP]_{Ti},$$

то расчётная зависимость для интегрального показателя эффективности упрощается к виду

$$\mathcal{E} = OMOЕ = \sum_{i=1}^I \tilde{\mu}_i VOP_i(MOP_i).$$

Весовые коэффициенты λ_j , μ_{ij} и $\tilde{\mu}_i$ определяются на основе экспертных оценок. Для повышения достоверности этих оценок применяются методы анализа иерархий (МАИ, в англоязычной технической литературе - Analytic Hierarchy Process-АНР), [12], и методы многофакторной теории полезности (в англоязычной технической литературе - Multi Attribute Utility Theory-MAUT), [13]. В обоих случаях применяется метод парных сравнений [14,15].

В процессе выставления экспертных оценок эксперты неформально (эвристически) учитывают тенденции развития кораблей данного класса. Эти тенденции на практике формируются под влиянием большого числа факторов. Такими факторами могут быть международная обстановка, экономическое положение страны, в которой строится корабль, и стран - вероятных противников. Опыт локальных

конфликтов, а также другие факторы. Формальный (аналитический) всех учёт этих факторов является весьма сложным и не всегда возможным. Тогда, если нам известна динамика изменения весовых коэффициентов за какой-то промежуток времени, то по этим данным можно судить и о тенденциях развития кораблей данного класса в данной стране.



Рис. 1. Американский эсминец типа "A. Burk" серии Flight IIA

Рассмотрим практический пример реализации сформулированного подхода. При разработке в США одного из вариантов эсминцев DDG-51 типа "A. Burk" , рис. 1, по состоянию на 2016 г. принималось, [10]:

MOE_1 - безразмерный частный показатель эффективности контура противовоздушной обороны (ПВО корабля) с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_1 = 0,156$;

MOE_2 - безразмерный частный показатель минимизации акустического поля корабля с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_2 = 0,065$;

MOE_3 - безразмерный частный показатель эффективности противокорабельного (ударного) вооружения корабля с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_3 = 0,083$;

MOE_4 - безразмерный частный показатель эффективности противолодочного вооружения корабля (контура противолодочной обороны - ПЛО) в сочетании со средствами защиты от торпед и мин с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_4 = 0,084$;

MOE_5 - безразмерный частный показатель эффективности средств наблюдения и связи с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_5 = 0,087$;

MOE_6 - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий дальность плавания корабля экономическим ходом, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_6 = 0,053$;

MOE_7 - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий защиту корабля от средств обнаружения и наведения, функционирующих в инфракрасном диапазоне длин электромагнитных волн с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_7 = 0,058$;

MOE_8 - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий минимизацию напряжённости магнитного поля корабля, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_8 = 0,051$;

MOE_9 - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий степень совершенства противоатомной и противохимической защиты корабля, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_9 = 0,054$;

MOE_{10} - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий автономность корабля по запасам провизии, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_{10} = 0,050$;

MOE_{11} - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий эффективную поверхность рассеивания корабля, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_{11} = 0,080$;

MOE_{12} - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий мореходность корабля, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_{12} = 0,061$;

MOE_{13} - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий ходкость корабля (т.е. гарантию достижения кораблём заданной скорости полного хода), с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_{13} = 0,056$;

MOE_{14} - безразмерный частный показатель эффективности, характеризующий живучесть корабля, с осреднённым весовым коэффициентом $\tilde{\mu}_{14} = 0,062$.

Аналогичная информация по осреднённым для всех расчётных сценариев весовым коэффициентам $\tilde{\mu}_{ij}$, но относящаяся к периоду времени, на десять лет более раннему, приведена в работе [9]. Сопоставляя приведенные только что данные с аналогичными данными работы [9], приходится отметить следующее. В 2016 г. по сравнению с 2006 г. заметно увеличилась значимость мореходности (ранее соответствующий весовой коэффициент составлял 0,032), значимость автономности по запасам провизии (ранее было 0,012). Возросла значимость характеристик, характеризующих защиту корабля. Так, характеризуемая соответствующим весовым коэффициентом, значимость минимизации эффективной поверхности рассеивания возросла с 0,037 до 0,080. Значимость снижения напряжённости магнитного поля корабля выросла с 0,019 до 0,051, то же для акустического поля корабля - рост с 0,030 до 0,065, и то же для противоатомной защиты - рост с 0,022 до 0,054.

Выросла и значимость мероприятий по снижению инфракрасного излучения корабля - соответствующий весовой коэффициент вырос с 0,023 до 0,058. Значительно более жёсткими стали и требования в части обеспечения скорости хода и дальности плавания - соответствующие весовые коэффициенты выросли с 0,018 до 0,056 и с 0,014 до 0,053.

Соответственно снизилась значимость вооружения корабля. При этом, если значимость контура ПВО даже несколько выросла (с 0,131 до 0,156), то значимость контура ПЛО резко упала - с 0,138 до 0,084. Ещё более резко упала значимость ударного контура - с 0,142 до 0,083.

В целом, если кратко охарактеризовать произошедшие изменения, то приходится констатировать существенное перераспределение между наступательными и оборонительными возможностями проектируемого в США корабля (эсминца) в пользу его оборонительных возможностей. Более детальный анализ этого вопроса на основе «залповой модели» (Salvo Model) выполнен в работе [16].

Связано это, по всей видимости, с изменением международной обстановки, когда США вынуждены принимать во внимание возможность активного сопротивления со стороны прочих держав на море. В

первую очередь это связано с чрезвычайно быстрым развитием военно-морских сил Китая, а также с резко возросшей агрессивностью Российской Федерации.

Выводы. 1. В работе предложен новый способ оценки тенденций развития кораблей того или иного класса. Способ основан на анализе изменений во времени весовых коэффициентов, применяемых при нахождении показателя эффективности проектируемого корабля. При выборе соответствующих весовых коэффициентов на основе неформальных (эвристических) методов эксперты принимают во внимание тенденции развития кораблей данного класса, что и позволяет получить решение поставленной задачи.

2. Рассмотренный пример практического применения предложенного способа относится к американским эсминцам типа "A. Burk". Оказалось, что за период с 2006 г. по 2016 г. значимость оборонительных возможностей кораблей возросла, тогда как значимость наступательных возможностей, напротив, снизилась. В первую очередь это связано с изменениями международной обстановки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Худяков, Л.Ю. (1999) "Virginia"- вместо или вместе с "Seawolf"? . *Судостроение*, 5 (25-32)
2. Соломенцев, О.И. (2016) Розрахунок сценарію бойового застосування ракетно - артилерійського катера берегової оборони. Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України. Матеріали Міжнародного наукового форуму (с 139-142). Київ
3. Соломенцев, О.И. (2019) Расчёт показателя эффективности надводного корабля по методу коэффициентов использования. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції. Том 2.* – Миколаїв, НУК.- 2019.-с. 16-23
4. Zhang Heng, Zhu Jun (2017) Combat Capability Evaluation Method of Surface Warship Considering Impact of Wind and Waves. *Chinese Journal of Ship Research*, 12 (3), 36-42
5. Xie Zongren, Li Jianwei, Lin Hua (2016). The Comprehensive Evaluation of Naval Vessel's Engagement Capability Based on Catastrophe Progression Method. *Chinese Journal of Ship Research*, 11, (3), 5-10
6. Brown, A.J., Salcedo J. (2003) Multiple-Objective Optimization in Naval Ships Design. *Naval Engineers Journal*, 115 (4), 49-61
7. Good, N.A. (2006) Multi-Objective Design Optimization Considering Uncertainty in a Multi -Disciplinary Ship Synthesis Model. Master's of Science Thesis Blacksburg. Virginia Polytechnic Institute and State University
8. Demko, D. (2005) Tools for Multi-Disciplinary Optimization in Naval Ship Design [Text] /D. Demko // Master's of Science Thesis. Blacksburg. Virginia Polytechnic Institute and State University
9. Stepanchik, J., Brown, A.J. (2007) Revisiting DDGX/DDG-51 Concept. *Naval Engineers Journal*, 119 (3), 67-88
10. Stevens, A.P. (2016) Naval Ship Preliminary Arrangements for Operability and Reduced Vulnerability. Master's of Science Thesis. Blacksburg. Virginia Polytechnic Institute and State University
11. Соломенцев, О.И. (2018) Особенности проектирования надводных кораблей. Часть 1. Классификация надводных кораблей. Современное состояние и тенденции развития надводных кораблей разных классов. Николаев, НУК.
12. Саати, Т.Л. (1993) Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь
13. Шумейкер, П. (1994) Модель ожидаемой полезности: разновидности, подходы, результаты и пределы возможностей. Перевод с английского А.В. Белянина. *Thesis*, 5, 29-80
14. Киселёв, Ю.В. (1971) Оценка важности программ методом парных сравнений *Известия Академии Наук СССР. - Серия «Техническая кибернетика»*, 3 (61-75)
15. Smith, W.F., S. Kamal, F. Mistree (1987) The Influence of Hierarchical Decisions on Ship Design. *Marine Technology*, 24(2), 131-142
16. Armstrong, M.J. (2004) Effects of Lethality on Naval Combat Models *Naval Research Logistics*, 51 (1), 28-43

Solomyentsev, O.I. About one method for the analysis of the tendencies of development of warships

Abstract. Method for the warship tendencies of development analysis is proposed. In this case, it has to be learned the dynamics of weight coefficients, found with the help of experts for the determination of measures of efficiency of warships. Was done an example of analysis for the US Navy "A. Burk" class destroyer

Key words: warship tendencies of development; warship measure of efficiency; weight coefficient

Соломенцев О.И. Про один засіб аналізу тенденцій розвитку надводних кораблів

Аннотация. Предложен способ анализа тенденций развития надводных кораблей на основе анализа динамики определённых экспертным путём весовых коэффициентов, используемых при нахождении

показателя эффективности, в течение некоторого временного интервала (10-15 лет). Приведен пример такого анализа, когда объектом исследования служили эсминцы ВМС США типа "A. Burk"

Ключевые слова: тенденции развития надводных кораблей; показатель эффективности надводного корабля, весовой коэффициент

УДК 629.12.011.001.24

АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЗАЛПОВОЙ МОДЕЛЬЮ И УРАВНЕНИЯМИ ЛАНЧЕСТЕРА

Соломенцев О.И., д-р техн. наук, профессор НУК
Национальный университет кораблестроения им. С.О. Макарова,
Украина, г. Николаев
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуто співвідношення між залповою моделлю та рівняннями Ланчестера, що відповідають дискретному та безперервному веденню вогню відповідно. Запропоновано простий граничний перехід від залпової моделі до рівнянь Ланчестера. Це дозволило узагальнити на випадок рівнянь Ланчестера відоме для залпової моделі співвідношення наступальних та оборонних можливостей кораблів сторін, що ведуть бій.

Ключові слова: залпова модель; рівняння Ланчестера; наступальні та оборонні можливості надводного корабля

Вступительная часть. При проектировании надводного корабля одной из важнейших задач является определение показателя эффективности, причём корректное решение этой задачи может быть достигнуто только путём моделирования боевых действий - как отдельного корабля, так и корабля в составе соединения. Кроме того, проектируемый корабль должен иметь оптимальное (сбалансированное) соотношение наступательных и оборонительных возможностей.

Рассмотрим в самом общем виде постановку задачи боя соединения кораблей. Пусть имеются две стороны - сторона А и сторона В, в начальный момент времени сторона А имела N_+ боевых единиц, а сторона В - N_- боевых единиц. После того, как с момента начала боя прошло время t , у стороны А осталось $Z_+(t)$ боевых единиц, а у стороны В - $Z_-(t)$ боевых единиц, при этом должны выполняться условия $Z_+(t) \leq N_+$, $Z_+(0) = N_+$, $Z_-(t) \leq N_-$, $Z_-(0) = N_-$. Установление зависимостей $Z_+ = Z_+(t)$ и $Z_- = Z_-(t)$ и является нашей задачей. Из анализа этих зависимостей уже несложно будет установить, какая из сторон одержит победу.

Однако ситуация «по истечении времени t , у стороны А осталось $Z_+(t)$ боевых единиц, а у стороны В - $Z_-(t)$ боевых единиц» в регулярных (детерминированных) и в вероятностных моделях боевых действий трактуется по-разному. Собственно, это различие в трактовке указанной ситуации и составляет основное различие между регулярными и вероятностными моделями боевых действий. В регулярных (детерминированных) моделях мы полагаем, что «по истечении времени t , у стороны А осталось в среднем $Z_+(t)$ боевых единиц, а у стороны В – в среднем $Z_-(t)$ боевых единиц», т.е. $Z_+(t)$ и $Z_-(t)$ есть средние значения (математические ожидания, первые статистические моменты) количеств боевых единиц. В соответствии с общеизвестным определением статистических моментов это неслучайные величины. А в вероятностных моделях мы полагаем, что «по истечении времени t , у стороны А осталось ровно $Z_+(t)$ боевых единиц, а у стороны В – ровно $Z_-(t)$ боевых единиц». Эта ситуация представляет собой случайное событие, которое характеризуется определённой вероятностью. Это случайное событие носит название состояния сторон, и поиск соответствующих вероятностей должен выполняться с применением аппарата марковских или полумарковских случайных процессов.

Возможен здесь и промежуточный вариант. Таким вариантом является метод динамики средних. В этом случае сохраняется базовое для регулярных моделей боевых действий допущение о пропорциональности сил сторон в каждый момент боя первым статистическим моментам количеств

сохранившихся боевых единиц. Но регулярная модель уточняется в этом случае за счёт того, что рассматривается зависимость от времени не только первых, но также и вторых статистических моментов количеств сохранившихся боевых единиц. Это принципиальное отличие от регулярной модели, поскольку в этом случае осуществляется переход к законам распределения некоторых используемых в этом методе величин. Поэтому далее метод динамики средних более правильно относить к вероятностным моделям боя.

В обоих случаях ведение огня может быть как дискретным, так и непрерывным. Регулярной моделью, описывающей дискретный обмен ударами, является залповая модель (Salvo Model), тогда как при непрерывном обмене ударами этой модели отвечают уравнения Ланчестера.

Применительно к дискретной залповой модели М.Дж. Армстронгом было введено в 2004 г. понятие Lethality, [1], которое характеризует скорость нарастания потерь сторон при дискретном обмене ударами и соответственно - соотношение наступательных и оборонительных возможностей кораблей сторон. Представляет очевидный интерес обобщение этого понятия на случай непрерывного обмена ударами. А для этого желательно установить соотношение между дискретной залповой моделью и уравнениями Ланчестера. Получение соответствующего соотношения и обобщение понятия Lethality на случай непрерывного ведения огня и являются проблемами, которые решаются в данной статье.

Залповая модель описана в работах [2-4], Уравнениям Ланчестера посвящена фундаментальная монография Д. Тейлора, [5]. Обобщение уравнений Ланчестера на метод динамики средних было выполнено Е.С. Ветнцель ещё в 1962 г., [6] Аналогичное обобщение залповой модели было дано М.Дж. Армстронгом только в 2005 г., [7].

Для вероятностных моделей, когда при дискретном и при непрерывном обменах ударами применяются марковские случайные процессы с дискретным или с непрерывным временем соответственно, необходимые зависимости были получены в последние годы российскими специалистами, [2,8]. Во всех случаях такие процессы характеризуются дискретным конечным числом состояний.

Цель работы. Целями данной работы являются анализ взаимосвязи между залповой моделью и уравнениями Ланчестера, а также обобщение понятия Lethality на случай непрерывного обмена ударами.

Изложение основного материала работы. Пусть N_+ и N_- есть исходные количества кораблей у сторон А и В, а y_+ и y_- - количества потенциально успешных ракетных пусков с каждого корабля. Предполагается, что все корабли стороны А и стороны В однотипны, имеют одно и то же количество одних и тех же ПККР. При этом будет, [3]:

$$y_+ = p_+ s_+ M_{ПККР+}; \quad y_- = p_- s_- M_{ПККР-},$$

где p_+ , p_- - вероятности попаданий запущенных с кораблей стороны А и кораблей стороны В противокорабельных крылатых ракет (далее - ПККР) в корабль противника в предположении отсутствия у противника средств защиты от ПККР (эти величины представляют собой паспортные характеристики ПККР той или иной марки, при отсутствии данных в первом приближении можно принимать эти величины равными 0,9 для торпед, 0,8 для лёгких ПККР и 0,7 для тяжёлых ПККР, [6]);

s_+ , s_- - вероятности успешного схода ПККР из пусковой установки, по рекомендациям [6] приближённо

$$s_+ \approx s_- \approx 0,9;$$

$M_{ПККР+}$, $M_{ПККР-}$ - количество ПККР, которые могут быть одновременно запущены с каждого корабля сторон А и В.

Под потенциально успешным пуском в данной модели понимается такой пуск, при котором ПККР гарантированно попадает в цель при отсутствии у противника средств защиты от ПККР. Пусть, далее, m_+ и m_- - те части из залпов y_+ и y_- , которые отражены средствами защиты от ПККР каждого корабля сторон А и В соответственно.

Рассмотрим идеализированную залповую схему боя однотипных с каждой стороны ракетных кораблей, в том виде, как она приводилась У Хьюзом и его учениками на рубеже 1980-х-1990-х г.г., [1,3,4]. Эта схема содержит следующие допущения.

1. Каждая сторона идеально хорошо ведёт разведку, и стороны А и В обнаруживают друг друга одновременно.

2. Уровень боевой подготовки личного состава у сторон А и В одинаков и является идеальным.

3. Запаздывание при срабатывании средств защиты от ПККР отсутствует.

В самом общем виде регулярная (детерминированная) залповая модель описывается логическими соотношениями вида:

$$\text{Наши потери} = \frac{\text{Наступательный потенциал противника} - \text{Наш оборонительный потенциал}}{\text{Живучесть наших кораблей}};$$

$$\text{Потери противника} = \frac{\text{Наш наступательный потенциал} - \text{Оборонительный потенциал противника}}{\text{Живучесть кораблей противника}}.$$

Тогда количества выведенных из строя и утративших возможность применять оружие у сторон после первого обмена залпами кораблей ΔN_{1+} и ΔN_{1-} в соответствии с простейшей залповой моделью найдутся как

$$\Delta N_{1+} = \frac{y_- N_- - m_+ N_+}{\tilde{\omega}_+}, \quad 0 \leq \Delta N_{1+} \leq N_+;$$

$$\Delta N_{1-} = \frac{y_+ N_+ - m_- N_-}{\tilde{\omega}_-}, \quad 0 \leq \Delta N_{1-} \leq N_-.$$

где $\tilde{\omega}_+$ - среднее число попаданий, необходимое для поражения корабля стороны А;

$\tilde{\omega}_-$ - то же для корабля стороны В.

Величины $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$ могут быть найдены по приближённым статистическим зависимостям, которые содержатся в работах [9-12]. После первого обмена залпами у стороны А останется $Z_{1+} = N_+ - \Delta N_{1+}$ кораблей и у стороны В $Z_{1-} = N_- - \Delta N_{1-}$ кораблей. Рассмотрим ряд частных случаев.

Пусть $y_- N_- < m_+ N_+$, $y_+ N_+ < m_- N_-$ и соответственно $\Delta N_{1+} = \Delta N_{1-} = 0$. Практически это означает, что все выпущенные сторонами друг по другу ракеты сбиты и ни одна из них не достигла цели, так что стороны не нанесли друг другу потерь. В этом случае разумнее всего прекратить бой, поскольку это приведёт для обеих сторон к напрасному расходу дорогостоящих боеприпасов без нанесения ущерба противнику. Впрочем, обмен залпами может быть и продолжен с тем же ($\Delta N_{1+} = \Delta N_{1-} = 0$) результатом.

Пусть теперь $y_- N_- > m_+ N_+$ и $y_+ N_+ < m_- N_-$. Здесь $\Delta N_{1+} > 0$ и $\Delta N_{1-} = 0$. В этом случае часть выпущенных стороной В ракет нашла свои цели и уменьшила состав группировки стороны А на ΔN_{1+} единиц. В то же время все выпущенные стороной А ракеты были отражены стороной В, и она не понесла потерь. Дальнейший ход боя будет, очевидно, таким. Если изначально было $y_- N_- > m_+ N_+$ и $y_+ N_+ < m_- N_-$, то при $\Delta N_{1+} > 0$ гарантированно также будет $y_- N_- > m_+ (N_+ - \Delta N_{1+})$ и $y_+ (N_+ - \Delta N_{1+}) < m_- N_-$. А это означает, что при продолжении боя сторона В будет расстреливать сторону А до её полного уничтожения, не понеся при этом никаких потерь. Стороне А в этом случае остаётся только выходить из боя или вызывать подкрепление. Ясно, что при $y_- N_- < m_+ N_+$ и $y_+ N_+ > m_- N_-$ все указанные преимущества относятся к стороне А.

Пусть теперь $y_- N_- > m_+ N_+$ и $y_+ N_+ > m_- N_-$. Тогда после первого одновременного залпа сторона А потеряет $\Delta N_{1+} > 0$ кораблей и сторона В потеряет $\Delta N_{1-} > 0$ кораблей. Если при этом $\Delta N_{1+} = N_+$ (сторона А потеряла все свои корабли), и при этом $\Delta N_{1-} < N_-$ (сторона В сохранила часть своих кораблей), то бой заканчивается победой стороны В после первого залпа. Если, напротив, $\Delta N_{1-} = N_-$ и при этом $\Delta N_{1+} < N_+$, то бой заканчивается победой стороны А. Если после первого залпа

одночасно отримується, що $\Delta N_{1+} = N_+$ і $\Delta N_{1-} = N_-$, то сторони взаємознищились в першому залпі, втрапивши всі свої кораблі.

А найбільш цікавим буде випадок, коли при $y_- N_- > m_+ N_+$ і $y_+ N_+ > m_- N_-$ маємо $0 < \Delta N_{1+} < N_+$ і $0 < \Delta N_{1-} < N_-$ (обидва нерівності - суворі). В цьому випадку кожна зі сторін понесла втрати, але й зберегла при цьому частину кораблів. Бій продовжується, і за першим залпом слідує другий. Кількості виведених зі строю і втрачених можливість застосовувати зброю у сторін після другого обміну залпами кораблів ΔN_{2+} і ΔN_{2-} знайдуться як

$$\Delta N_{2+} = \frac{y_- Z_{1-} - m_+ Z_{1+}}{\tilde{\omega}_+}, \quad 0 \leq \Delta N_{2+} \leq N_+;$$

$$\Delta N_{2-} = \frac{y_+ Z_{1+} - m_- Z_{1-}}{\tilde{\omega}_-}, \quad 0 \leq \Delta N_{2-} \leq N_-.$$

А після k -ого обміну залпами, очевидно, буде

$$\Delta N_{k+} = \frac{y_- Z_{(k-1)-} - m_+ Z_{(k-1)+}}{\tilde{\omega}_+}, \quad 0 \leq \Delta N_{k+} \leq N_+; \quad (1)$$

$$\Delta N_{k-} = \frac{y_+ Z_{(k-1)+} - m_- Z_{(k-1)-}}{\tilde{\omega}_-}, \quad 0 \leq \Delta N_{k-} \leq N_-. \quad (2)$$

Загальні втрати сторін ΔN_{K+} і ΔN_{K-} після K залпів

$$\Delta N_{K+} = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k+} \leq N_+; \quad \Delta N_{K-} = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k-} \leq N_-.$$

Бій може продовжуватися до повного знищення кораблів однієї або обох сторін. Якщо це так, то бій триває до тих пір, поки при деякому $k = K$ не буде досягнуто умови виду

$$\Delta N_+ = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k+} = N_+, \quad \Delta N_- = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k-} < N_- \quad (\text{сторона А втратила всі кораблі, сторона В одержала}$$

перемогу, зберевши частину кораблів), або виду $\Delta N_+ = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k+} < N_+, \quad \Delta N_- = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k-} = N_-$ (сторона В

втратила всі кораблі, сторона А одержала перемогу, зберевши частину кораблів), або, нарешті, виду

$$\Delta N_+ = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k+} = N_+, \quad \Delta N_- = \sum_{k=1}^K \Delta N_{k-} = N_- \quad (\text{«військова нічия» - обидві сторони втратили всі свої}$$

кораблі).

Ні, звичайно, на практиці така ситуація не є єдиним можливим варіантом. Сторона, яка терпить поразку, може спробувати вийти з бою. В цьому випадку бій закінчується в ситуації, коли після K залпів обидві сторони зберегли частину своїх кораблів. Тоді в якості результату бою розглядається співвідношення, відоме як Fractional Exchange Ratio (FER), при цьому

$$FER = \frac{\Delta \bar{N}_+}{\Delta \bar{N}_-}; \quad \Delta \bar{N}_+ = \frac{\Delta N_+}{N_+}; \quad \Delta \bar{N}_- = \frac{\Delta N_-}{N_-}.$$

Параметр FER характеризує, очевидно, співвідношення між частками втрачених кораблів відносно загальної кількості кораблів для кожної зі сторін. Вважається, що при $FER > 1$ перемогу одержала сторона А і при $FER < 1$ - сторона В.

Тепер уже можна перейти до встановлення математичної взаємозв'язки між залповою моделлю і рівняннями Ланчестера. Нехай тепер $k-1$ -ий і k -й залпи в співвідношеннях (1)-(2) відстають по часу один від одного на дуже малий часовий інтервал Δt . Це еквівалентно переходу від дискретного

поражения противника к непрерывному его поражению обоими сторонами. Запишем соотношения (1)-(2) в форме

$$\Delta N_{k+} = \frac{y_- Z_{(k-1)-} - m_+ Z_{(k-1)+}}{\tilde{\omega}_+}; \quad \Delta N_{(k-1)+} = \frac{y_- Z_{(k-2)-} - m_+ Z_{(k-2)+}}{\tilde{\omega}_+};$$

$$\Delta N_{k-} = \frac{y_+ Z_{(k-1)+} - m_- Z_{(k-1)-}}{\tilde{\omega}_-}; \quad \Delta N_{(k-1)-} = \frac{y_+ Z_{(k-2)+} - m_- Z_{(k-2)-}}{\tilde{\omega}_-}.$$

Примем, что $m_+ = m_- = 0$. Это связано с тем, что уравнения Ланчестера описывают непрерывный артиллерийский бой, и, в отличие от противокорабельных ракет и торпед, ни пассивных, ни активных средств защиты от артиллерийских снарядов не существует. Вычислим по приведенным только что соотношениям разности $\frac{N_{k+} - N_{(k-1)+}}{\Delta t}$ и $\frac{N_{k-} - N_{(k-1)-}}{\Delta t}$, устремляя при этом временной интервал Δt к

0. Здесь мы делаем допущение о том, что зависимости $N_+(t)$ и $N_-(t)$ непрерывны и хотя бы один раз дифференцируемы. Тогда получается, что

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N_{k+} - \Delta N_{(k-1)+}}{\Delta t} = \frac{dZ_+(t)}{dt}; \quad \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N_{k-} - \Delta N_{(k-1)-}}{\Delta t} = \frac{dZ_-(t)}{dt};$$

$$\frac{Z_{(k-1)+} y_+}{\omega_-} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{1 - \frac{Z_{(k-2)+}}{Z_{(k-1)+}}}{\Delta t} \right) = -\dot{\Phi}_+ Z_+(t); \quad \frac{Z_{(k-1)-} y_-}{\omega_+} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{1 - \frac{Z_{(k-2)-}}{Z_{(k-1)-}}}{\Delta t} \right) = -\dot{\Phi}_- Z_-(t).$$

$$\dot{\Phi}_+ = \frac{p_+ \lambda_{C+}}{\tilde{\omega}_-}; \quad \dot{\Phi}_- = \frac{p_- \lambda_{C-}}{\tilde{\omega}_+},$$

где $Z_{1+}(t) = N_+ - \Delta N_+(t)$ есть количество кораблей, которые сохранились у стороны А после обменов залпами в течение времени t ;

$Z_{1-} = N_- - \Delta N_-$ - то же для стороны В;

$\lambda_{C+}, \lambda_{C-}$ - скорострельности кораблей А и В;

p_+, p_- - вероятности попадания при одном выстреле с кораблей А и В соответственно;

$\dot{\Phi}_+, \dot{\Phi}_-$ - удельные поражающие потенциалы сторон А и В соответственно.

Тогда приходим к соотношениям

$$\frac{dZ_+(t)}{dt} = -\dot{\Phi}_- Z_-(t), \quad Z_-(t) > 0; \quad (3)$$

$$\frac{dZ_-(t)}{dt} = -\dot{\Phi}_+ Z_+(t), \quad Z_+(t) > 0. \quad (4)$$

Соотношения (3)-(4) и представляют собой систему уравнений Ланчестера первого рода, которым отвечает т.н. квадратичный закон Ланчестера. Таким образом, от залповой модели (соотношения (1)-(2)) можно, устремив к бесконечности частоту залпов и учитывая, что средств защиты от непрерывного огневого воздействия не существует, перейти к уравнениям Ланчестера первого рода (3)-(4).

Полученный результат подтверждается исследованиями М.Дж. Армстронга [1]. Им был сделан вывод, что бой закончится «вничью» (или взаимным полным истреблением сторон), если соотношение между параметрами залповой модели отвечает соотношению

$$\frac{N_-}{N_+} = \sqrt{\frac{y_+}{y_-} \cdot \frac{\tilde{\omega}_+}{\tilde{\omega}_-}} (1 + s);$$

$$s = \frac{(\omega_+ m_- - \omega_- m_+)^2 - (\omega_+ m_- - \omega_- m_+) \sqrt{(\omega_+ m_- - \omega_- m_+)^2 + 4y_+ y_- m_+ m_-}}{2y_+ y_- m_+ m_-},$$

где s есть поправка на нелинейные эффекты, [1].

В случае непрерывного артиллерийского боя, когда средства защиты от артиллерийского огня отсутствуют и поэтому $m_+ = m_- = 0$, имеем $s=0$ и $\frac{N_-}{N_+} = \sqrt{\frac{y_+}{y_-} \cdot \frac{\tilde{\omega}_+}{\tilde{\omega}_-}}$ или $N_+^2 \frac{y_+}{\tilde{\omega}_+} = N_-^2 \frac{y_-}{\tilde{\omega}_-}$, что

полностью отвечает квадратичному закону Ланчестера. Тот же результат получается и тогда, когда $\frac{m_+}{m_-} = \frac{\tilde{\omega}_+}{\tilde{\omega}_-}$. Если $\frac{N_-}{N_+} > \sqrt{\frac{y_+}{y_-} \cdot \frac{\tilde{\omega}_+}{\tilde{\omega}_-}} (1+s)$, то сторона В сохранит часть своих сил после полного

истребления стороны А. При $\frac{N_-}{N_+} < \sqrt{\frac{y_+}{y_-} \cdot \frac{\tilde{\omega}_+}{\tilde{\omega}_-}} (1+s)$ картина будет обратная.

Обозначим далее $z_+(t) = \frac{Z_+(t)}{N_+}$, $z_-(t) = \frac{Z_-(t)}{N_-}$, $E_{+1} = \frac{N_+ \dot{\Phi}_{\alpha+}}{N_-}$, $E_- = \frac{N_- \dot{\Phi}_{\alpha-}}{N_+}$. Тогда после

очевидных преобразований приходим к системе уравнений Ланчестера первого рода в безразмерной форме:

$$\begin{aligned} \frac{dz_+(t)}{dt} &= -E_- z_-(t), \quad z_-(t) \geq 0; \\ \frac{dz_-(t)}{dt} &= -E_+ z_+(t), \quad z_+(t) \geq 0. \end{aligned}$$

Рассмотрим теперь обобщение введенного в исследовании [1] понятия Lethality на случай непрерывного обмена ударами. В указанной работе было обращено внимание на то, что при дискретном ведении огня параметры y_+ и y_- характеризуют наступательные свойства корабля (в англоязычной технической литературе - Offensive power). Величины m_+ , m_- , $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$ имеют одну и ту же размерность (выстрел/корабль), в силу чего суммирование является здесь законной операцией. Параметры m_+ и m_- характеризуют защиту корабля (свойство корабля избегать попаданий в себя), а параметры $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$ характеризуют живучесть корабля (свойство корабля минимизировать последствия попаданий, если они имели место). Тогда суммы $m_+ + \tilde{\omega}_+$ и $m_- + \tilde{\omega}_-$ характеризуют защиту и живучесть корабля в комплексе, т.е. оборонительные свойства корабля (в англоязычной технической литературе - Defensive power, причём параметры $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$ дополнительно носят название Staying power).

Тогда соотношения между параметрами залповой модели стороны А вида $\frac{y_+}{m_-}$ и $\frac{y_+}{m_- + \tilde{\omega}_-}$, равно

как и аналогичные соотношения для стороны В вида $\frac{y_-}{m_+}$ и $\frac{y_-}{m_+ + \tilde{\omega}_+}$ характеризуют соотношение

наступательных и оборонительных возможностей кораблей сторон А и В. Количественная мера соотношения между наступательными и оборонительными свойствами корабля, описываемая через приведенные ниже соотношения между параметрами залповой модели, получила в указанной работе название Lethality. Ситуация, описанная в исследовании [1] как Low Lethality, характеризует превышение оборонительных возможностей корабля над его наступательными возможностями. Напротив, ситуация High Lethality характеризует превышение наступательных возможностей корабля над его оборонительными возможностями, тогда как ситуация Moderate Lethality характеризует паритет между наступательными и оборонительными возможностями корабля.

Всё сказанное относится к дискретному ведению огня. А при непрерывном ведении огня в качестве соотношения между наступательными и оборонительными возможностями кораблей сторон можно принять удельные поражающие потенциалы сторон А и В $\dot{\Phi}_+$ и $\dot{\Phi}_-$ соответственно. Средства защиты против артиллерийских снарядов при непрерывном ведении огня не применяются, и величины $p_+ \lambda_{C+}$ и $p_- \lambda_{C-}$ могут характеризовать наступательные возможности кораблей сторон А и В при ведении непрерывного артиллерийского огня. А оборонительные возможности сторон характеризуют величины $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$, как и в залповой модели. При этом величины $\tilde{\omega}_+$ и $\tilde{\omega}_-$ относятся к действию уже артиллерийского огня. Определение указанных величин для действия на корабль боеприпасов различного вида и типа с учётом эквивалентности воздействия может быть частично принято по данным работ [9,10]. Вообще же на современном этапе этот вопрос должен быть рассмотрен дополнительно.

Кроме того, в качестве характеристик наступательных и оборонительных возможностей кораблей сторон для какого-то вполне определённого конфликта могут быть приняты или размерное время T_1 , определяемое соотношением

$$T_1 = \min\left(\frac{1}{\dot{\Phi}_+}, \frac{1}{\dot{\Phi}_-}\right), \quad (5)$$

или размерное время T_2 , определяемое соотношением

$$T_{12} = \min\left(\frac{1}{E_+}, \frac{1}{E_-}\right). \quad (6)$$

Введенные таким образом величины T_1 и T_2 определяют среднюю продолжительность боя, а, следовательно, и «чувствительность» кораблей к получению ударов (понятие Lethality имеет именно такой смысл). При этом время T_1 не связано, а время T_2 связано с количествами ведущих бой кораблей у сторон А и В. Выбор и обоснование численных значений параметров T_1 и T_2 , характеризующих высокую, среднюю и низкую чувствительность к нанесению непрерывных ударов (по аналогии с восприятием дискретных ударов, [1]) должен быть предметом последующих исследований.

В заключение отметим следующее. Применительно к вероятностным моделям взаимосвязь между моделями, характеризующими дискретное и непрерывное ведение огня, элементарна. Так, пусть рассматривается марковский процесс с дискретными состояниями и с дискретным временем, описывающий дискретный обмен ударами, и P_{ij} есть переходная вероятность перехода системы в момент времени $t = t_0$ из i -го состояния в j -е состояние. Допустим теперь, что интервал времени между последовательными ударами весьма мал и вероятность P_{ij} может рассматриваться как непрерывная и

хотя бы один раз дифференцируемая функция времени. Тогда $\frac{dP_{ij}(t)}{dt} = \lambda_{ij}$ - это интенсивность перехода системы из i -го состояния в j -е состояние. Таким образом, произошёл переход от марковского процесса с дискретными состояниями и с дискретным временем к марковскому процессу с дискретными состояниями и с непрерывным временем, что и отвечает переходу от дискретного обмена ударами к непрерывному обмену ударами.

В то же время в рамках метода динамики средних переход от дискретного обмена ударами [7] к непрерывному обмену ударами [6] является более сложной задачей, которая требует отдельного рассмотрения.

Выводы. 1. От соотношений залповой модели (Salvo model) возможен предельный переход при устремлении к 0 времени к уравнениям Ланчестера первого рода.

2. Эквивалентом введенного в [1] для дискретного обмена ударами понятия Lethality на случай непрерывного обмена ударами, являются имеющие размерность времени величины, определённые по соотношениям (5)-(6).

3. Переход от дискретного обмена ударами к непрерывному обмену ударами в рамках полностью вероятностных моделей (марковских процессов) реализуется весьма просто. Такой же переход в рамках метода динамики средних получается более сложным.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Armstrong, M.J. (2004) Effects of Lethality on Naval Combat Models. *Naval Research Logistics*, 51(1), 28-43
2. Дубограй, И.В., Чуев В.Ю. (2013) Дискретная марковская модель двустороннего боя многочисленных группировок. *Наука и образование*. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана.
3. Field, P.A. (2009) A Comparative Analysis of Commercial off-the Shelf Naval Simulation and Classic Operation Research Models. Master's of Science Thesis. Monterey. Naval Postgraduate School.
4. Hughes, W.P. (1992) The Value of Warship Attributes in Missile Combat. Monterey. Naval Postgraduate School
5. Taylor, J.G. (1980) Lanchester-Type Models of Warfare. Monterey. Naval Postgraduate School
6. Вентцель, Е.С. (1962) Определение вероятностей состояний в динамике боя многочисленных групп. *Морской сборник*, 10, 26-36
7. Armstrong, M.J. (2005) A Stochastic Salvo Model For Naval Surface Combat. *Operation Research*, 53 (5), 830-841
8. Чуев, В.Ю., Дубограй, И.В. (2016) Модели двусторонних боевых действий многочисленных группировок. *Математическое моделирование и численные методы*, 9, 89-104
9. Косоруков, А.И. (1974) О живучести надводных кораблей *Морской сборник*, 6, 73-77
10. Beall, T.R. (1990) The Development of Naval Battle Model and its Validation Using Historical Data. Master's of Science Thesis. Monterey. Naval Postgraduate School
11. Schulte, J.C. (1994) An Analysis of the Historical Effectiveness of Anti-Ship Cruise Missiles in Littoral Warfare. Master's of Science Thesis. Monterey. Naval Postgraduate School
12. Yao Ming Tiah. (2007) Analysis of Small Navy Tactics Using a Modified Hughes Salvo Model. Master's of Science Thesis. Monterey. Naval Postgraduate School

Solomyentsev, O.I. Analysis of the connection between the salvo model and Lanchester's Equations

Abstract. Was learned the connection between the salvo model and Lanchester's equations. Lethality effects, connected with offensive power (fighting power) and defensive power, were generalized not only for the salvo model, but also for the using Lanchester's equations

Key words: salvo model; Lanchester equation; lethality effects of naval ship

Соломенцев, О.І. Аналіз співвідношення між залповою моделлю та рівняннями Ланчестера

Аннотация. Рассмотрено соотношение между залповой моделью и уравнениями Ланчестера, которые отвечают дискретному и непрерывному ведению огня соответственно. Предложен простой предельный переход от залповой модели к уравнениям Ланчестера. Это позволило обобщить на случай уравнений Ланчестера известное для залповой модели соотношение между наступательными и оборонительными возможностями корабля

Ключевые слова: залповая модель; уравнения Ланчестера; соотношение между наступательными и оборонительными возможностями корабля

УДК 629.12.011.001.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ КОРАБЛЕЙ С УЧЁТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕННОГО ВООРУЖЕНИЯ

Соломенцев Олег Иванович, доктор технических наук, профессор НУК

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Украина, г. Николаев

solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуте уточнене визначення показника ефективності у задачі оптимізації складу оперативно-тактичного з'єднання (ОТЗ) надводних кораблів зі змінним озброєнням. Наведено якісний порівняльний аналіз показників ефективності, який відповідає комплектації ОТЗ традиційними та модульними кораблями

Ключові слова: кораблі зі змінним озброєнням; показник ефективності; бойовий потенціал

Вступительная часть. В работе [1] выполнена постановка задачи оптимизации состава оперативно-тактического соединения (ОТС) надводных кораблей с применением сменного вооружения. В данной

работе должны получить дальнейшее развитие изложенные в работе [1] подходы в части определения показателя эффективности в задаче оптимизации состава ОТС надводных кораблей со сменным вооружением. При этом в качестве показателя эффективности возможно применение боевого потенциала корабля.

Цель работы. Целью данной работы является дополнение и уточнение постановки задачи определения оптимального состава ОТС надводных кораблей со сменным вооружением за счёт более точного определения ресурсного показателя и показателя эффективности.

Основная часть работы. Изложенные качественные соображения, с одной стороны, подтверждают содержательность компромиссной задачи, а с другой стороны - позволяют наметить способы получения чувствительных к оптимизируемым параметрам зависимостей для ресурсного показателя и показателя эффективности.

Далее мы рассмотрим здесь общую схему расчета критерия эффективности F , когда мы от расчёта этого показателя для ОТС в целом переходим к аналогичному расчёту для отдельно взятого корабля. В общем случае $F = F(S, \mathcal{E})$, где S , $\mathcal{E}$ - ресурсный показатель и показатель эффективности. При оптимизации состава соединения кораблей (уровень А, рис. 1) имеем некомбинированный критерий вида $F = S$ при условии $\mathcal{E} = [\mathcal{E}_0]$ или вида $F = \mathcal{E}$ при условии $S = [S_0]$. При оптимизации тактико-технических элементов отдельного корабля (уровни В и С, рис. 1) имеем комбинированный критерий типа дроби вида

$$F = \frac{S}{\mathcal{E}} \text{ или вида } F = \frac{\mathcal{E}}{S}, [1].$$

Структурная схема критерия F от уровня к уровню может определяться в соответствии с предложенным С.К. Свириным принципом "вложения", [2]. Математически этот принцип в данном случае формулируется так:

$$F_A = F_A(\bar{X}_A, F_B, F_C); \quad (1a)$$

$$F_B = F_B(\bar{X}_B, F_C); \quad (1б)$$

$$F_C = F_C(\bar{X}_C), \quad (1в)$$

где F_A , F_B , F_C - критерии оптимизации на уровнях оперативно - тактического соединения, оптимизации тактических элементов (ТаЭ) корабля в сочетании с сопутствующими параметрами технических решений (ПТР) и оптимизации технических элементов (ТеЭ) корабля с сопутствующими ПТР (это уровни А, В и С, см. рис. 1);

$\bar{X}_A$, $\bar{X}_B$, $\bar{X}_C$ - векторы оптимизируемых параметров на этих же уровнях.

Логическая формулировка того же принципа - критерий эффективности на более высоком уровне (в данном случае А выше В и В выше С) в своём количестве выражении должен содержать все необходимые критерии эффективности нижележащих уровней, [2]. в то же время аналитические выражения для критериев неизбежно будут тем более приближёнными, чем выше рассматриваемый уровень.

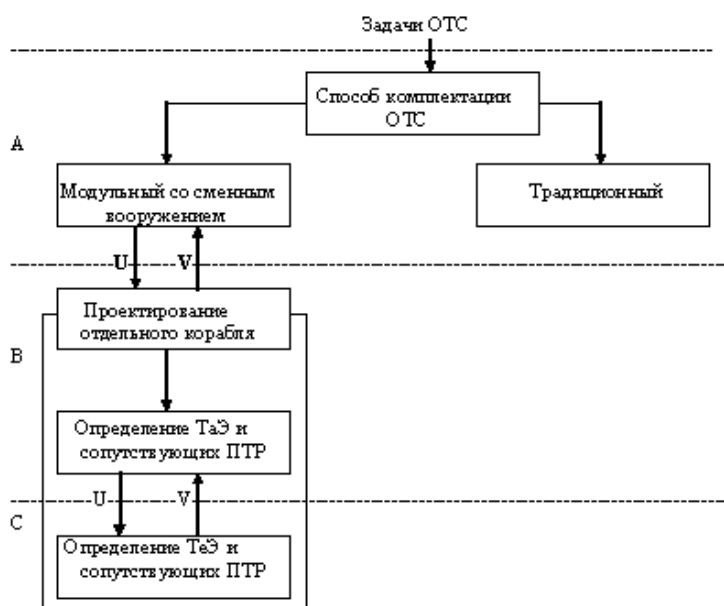


Рис. 1. Декомпозиция задачи определения состава ОТС (уровень А), ТТЭ и ПТР отдельного корабля (уровни В и С)

U - прямые (координационные) связи; V - обратные (информационные) связи.

При этом компоненты вектора $\bar{X}_A$ - количество кораблей со сменным вооружением в составе оперативно - тактического соединения и номенклатура сменного вооружения, компоненты вектора $\bar{X}_B$ - ТЭЭ и сопутствующие им ПТР (состав вооружения, скорости полного и экономического хода, автономность, тип энергетической установки и движителей). Компоненты вектора $\bar{X}_C$ - ТЭЭ и сопутствующие им ПТР (главные размерения и коэффициенты полноты). При этом все компоненты вектора $\bar{X}_A$ являются дискретными, тогда как компоненты вектора $\bar{X}_C$ являются непрерывными. Ситуация с компонентами вектора $\bar{X}_B$ является в этом отношении промежуточной. Часть компонент (скорости полного и экономического хода, автономность) непрерывны. В отношении прочих компонент вектора $\bar{X}_B$ на практике используются следующие подходы. В этом случае вводится понятие опции (Option). Под опцией в данном случае понимается набор вооружения, включая радиолокационные и иные средства обнаружения и управления поражением противника, который позволяет выполнять весь спектр стоящих перед кораблём задач. Так, для многоцелевого корабля (корвет, фрегат, эсминец, крейсер) каждая опция должна включать тот или иной набор противокорабельного, противовоздушного и противолодочного вооружения. Каждая опция характеризуется своей стоимостью создания и последующего обслуживания, эффективностью, массой и объёмом. Каждой опции присваивается порядковый номер. Совокупность номеров опций представляет собой набор дискретных переменных величин. Такой же подход может применяться и при выборе типа энергетической установки и типа движительно-рулевого комплекса, [3,4] А для предварительного выбора состава вооружения можно использовать рекомендации работы [5]. Таким образом, на уровне В имеем для определения ТЭЭ математическую модель корабля ММК (ТЭЭ) с неустраняемой существенной дискретностью, [6].

Практическая реализация соотношений (1а)-(1в) осуществляется на основе обратных (информационных) системных связей. При передаче информации по содержанию критерия F_C от уровня С на уровень В можно выразить этот критерий в функции обобщённых главных неизвестных, вектор которых есть $\bar{X}_\Sigma = \bar{X}_\Sigma^{(C \rightarrow B)}$. При этом с учётом рекомендаций работы [7] имеем:

$$\{\bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}\} = D, N, W,$$

где D - водоизмещение, N - мощность главных двигателей, W - полная подпалубная вместимость.

Таким образом, для традиционных кораблей, а также для модульных кораблей при ограниченном использовании модульных конструкций в составе главных неизвестных традиционно сохраняются главные размерения и коэффициенты полноты корабля, которые в составе обратных V - связей. рис. 1, обобщаются через тройку D, N, W . Компоненты D, N, W вектора $\bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}$ более стабильны, чем входящие в состав компонент вектора C главные размерения и коэффициенты полноты, [7].

Иная, более сложная ситуация на уровне C возникает тогда, когда корабль полностью комплектуется из функциональных и конструктивных модулей. В этом случае вместо ТеЭ в качестве оптимизируемых параметров используются булевы переменные, характеризующие применение того или иного модуля. Для этой цели вводятся матрицы оптимизируемых булевых переменных $\bar{\bar{X}}_{KM}$ и $\bar{\bar{X}}_{\Phi M}$, Матрица $\bar{\bar{X}}_{KM}$ характеризует конструктивные модули (КМ), матрица $\bar{\bar{X}}_{\Phi M}$ характеризует функциональные модули (ФМ). Предполагается, что КМ и ФМ образуют дискретные стандартные ряды. Таким образом, в этом случае на уровне C вместо вектора $\bar{X}_C$ с непрерывными компонентами имеем матрицу $\bar{\bar{X}}_C = \bar{\bar{X}}_{KM} \cup \bar{\bar{X}}_{\Phi M}$.

Пусть корабль собирается из N типов КМ, для которых служат насыщением M типов ФМ. В каждом типе КМ существует K_N вариантов, а в каждом типе ФМ - K_M вариантов. Тогда матрица $\{\bar{\bar{X}}_{KM}\} = x_{nk}, \forall n \in N, \forall k \in K_N$ и матрица $\{\bar{\bar{X}}_{\Phi M}\} = x_{mk}, \forall m \in M, \forall k \in K_M$.

При этом $x_{nk} = 1$ при $n = n_0$ и $k = k_0$, если выбран k_0 -ый вариант n_0 -го типа КМ, и $x_{nk} = 0$ при всех $n \neq n_0$ и при всех $k \neq k_0, \forall n_0 \in N$ и $\forall k_0 \in K_N$. Аналогично и $x_{mk} = 1$ при $m = m_0$ и $k = k_0$, если выбран k_0 -ый вариант m_0 -го типа ФМ, и $x_{mk} = 0$ при всех $m \neq m_0$ и при всех $k \neq k_0, \forall m_0 \in M$ и $\forall k_0 \in K_M$. Тогда постановка задачи определения ТеЭ на уровне C , рис. 1 для комплектуемого из модулей корабля сводится к поиску оптимальных матриц КМ и ФМ, доставляющих экстремум критерию оптимизации, выраженного в функции матриц оптимизируемых булевых переменных $\bar{\bar{X}}_{KM}$ и $\bar{\bar{X}}_{\Phi M}$, при выполнении соответствующих ограничений вида

$$\varphi_M(\bar{\bar{X}}_{KM}^0, \bar{\bar{X}}_{\Phi M}^0, \bar{A}, \bar{B}) = 0;$$

$$\sum_{k=1}^{K_N} x_{nk}^0 = 1; \sum_{k=1}^{K_M} x_{mk}^0 = 1; \forall x_{nk}^0 \in \bar{\bar{X}}_{KM}^0; \forall x_{mk}^0 \in \bar{\bar{X}}_{\Phi M}^0; \forall \bar{\bar{X}}_{KM}^0 \subset \bar{\bar{X}}_{KM}; \forall \bar{\bar{X}}_{\Phi M}^0 \subset \bar{\bar{X}}_{\Phi M},$$

где $\bar{A}, \bar{B}$ - векторы исходных данных и параметров;

$\varphi_M(\bar{\bar{X}}_{KM}^0, \bar{\bar{X}}_{\Phi M}^0, \bar{A}, \bar{B})$ - уравнения связи характеристик модулей между собой (например, это уравнение может учитывать распределение высоты борта по длине и вытекающие отсюда требования к модулям). Соответствующая постановка задачи оптимального проектирования для определения ТеЭ корабля, который характеризуется полностью модульной конструкцией, была предложена А.И. Гайковичем ещё в 1989 г., [8]. Такая ММК (ТеЭ), как и ММК (ТаЭ), также характеризуется неустранимой существенной дискретностью, [6]. Спустя 30 лет, уже в 2020 г., А.И. Гайкович отмечает: «В случае модульного проектирования поиск проектного решения представляет собой переборную задачу большой размерности, подобную игре в шахматы. Шахматная партия подразумевает наличие алгоритмов отсечения, позволяющих уменьшить дерево перебора за счёт отказа от бесперспективных ходов. В теории проектирования... алгоритмы отсечения, учитывающие специфику проектирования корабля, не исследованы», [9], с. 140.

Очевидно, что в этом случае $\{\bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}\} = \bar{\bar{X}}_{KM}, \bar{\bar{X}}_{\Phi M}$. Ясно также, что данная проблема требует дополнительных исследований, которые должны быть выполнены в будущем.

Если на уровне В (стадия формирования концепции, верхний уровень исследовательского проектирования) выполняется декомпозиция в форме эшелонирования на средства поражения, средства защиты и боевой носитель (платформу), которая завершается формированием оперативно-тактического задания (ОТЗ), [10], то компоненты вектора $\bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}$ используются при формировании уравнений замыкания, [11]. При формировании информационных связей компоненты вектора $\bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}$ имеют смысл частных критериев оптимизации, для них удовлетворяется определяющее с точки зрения корректности декомпозиции условие монотонности. Характер информационных связей между уровнями В и А требует отдельного рассмотрения. Здесь также возможно применение нового обобщённого вектора $\bar{X}_{B\Sigma} = \bar{X}_{\Sigma}^{(B \rightarrow A)}$. При этом можно принимать

$$\{\bar{X}_{\Sigma}^{(B \rightarrow A)}\} = \dot{\Phi}_{\Pi}, \dot{\Phi}_{\alpha}, \dot{\Phi}_{\beta} \text{ или } \bar{X}_{\Sigma}^{(B \rightarrow A)} = \bar{O},$$

где $\dot{\Phi}_{\Pi}$, $\dot{\Phi}_{\alpha}$, $\dot{\Phi}_{\beta}$ - поисковый, ударный и защитный удельные потенциалы корабля, $\bar{O}$ - целочисленный вектор, компонентами которого являются номера опций (все удельные потенциалы являются функциями вектора $\bar{O}$).

Далее, учитывая, что на уровнях А и В применяются некомбинированные критерии, а на уровне С - комбинированный критерий типа «стоимость-эффективность», соотношения (1а) - (1в) преобразуются к виду:

$$F_A = S_A, \quad \mathcal{A}_A = [\mathcal{A}_0] \quad (2a)$$

или

$$F_A = \mathcal{A}_A, \quad S_A = [S_0]; \quad (26)$$

$$F_B = \frac{S_B}{\mathcal{A}_B}; \quad F_C = \frac{S_C}{\mathcal{A}_C};$$

$$\mathcal{A}_A = \mathcal{A}(\bar{X}_A, \bar{X}_{\Sigma}^{(B \rightarrow A)}, \bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}); \quad \mathcal{A}_B = \mathcal{A}(\bar{X}_{A0}, \bar{X}_B, \bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}); \quad \mathcal{A}_C = \mathcal{A}(\bar{X}_{A0}, \bar{X}_B, \bar{X}_C);$$

$$S_A = S_1(\bar{X}_A, \bar{X}_{\Sigma}^{(B \rightarrow A)}, \bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}); \quad S_B = S_1(\bar{X}_{A0}, \bar{X}_B, \bar{X}_{\Sigma}^{(C \rightarrow B)}); \quad S_C = S_2(\bar{X}_{A0}, \bar{X}_B, \bar{X}_C),$$

где $\bar{X}_{A0}$ - фиксированное значение вектора $\bar{X}_A$, соответствующее одному кораблю и фиксированному компоненту сменного вооружения.

Далее рассмотрим общую схему расчета величины $\mathcal{A}(\bar{X}_i)$, $i = 1, 2, 3$. При этом величины $\bar{X}_i$, $i = 1, 2, 3$, задаются в виде:

$$\bar{X}_1 = \bar{X}_A \cup \bar{X}_{B\Sigma} \cup \bar{X}_{C\Sigma}, \quad \bar{X}_2 = \bar{X}_{A0} \cup \bar{X}_B \cup \bar{X}_{C\Sigma}, \quad \bar{X}_3 = \bar{X}_{A0} \cup \bar{X}_B \cup \bar{X}_C.$$

Далее свяжем величину $\mathcal{A}(\bar{X}_i)$, с коэффициентами использования (в том числе - и с коэффициентом оперативного использования). Определяя зависимость $\mathcal{A}(\bar{X}_i)$, используем схему работы [12], которая относится к атомным подводным лодкам и которая была обобщена на надводные корабли автором, [13,14]. Пусть $\mathcal{A}_{t \max}(t)$ - идеальный полезный эффект для одного корабля в момент времени t (при разрывной функции полезности это вероятность решения поставленной задачи). Величина $\mathcal{A}_{t \max}(t)$ вычисляется при таких допущениях, [13]:

-корабль всё время в течение срока службы T_{CL} находится на боевой позиции и выполняет боевое задание;

-сохранение корабля при боевых и небоевых повреждениях в течение срока службы T_{CL} гарантировано, а влияние повреждений на боевую эффективность корабля отсутствует;

-погодные условия в течение срока службы корабля не влияют на его эффективность и не могут привести к гибели корабля.

В теории исследовательского проектирования кораблей наряду с использованными ранее понятиями поискового, ударного и защитного потенциалов корабля применяется также и понятие боевого потенциала корабля, который представляет собой полезный эффект корабля в течение всего срока службы, [12]. Идеальному полезному эффекту одного корабля $\mathcal{E}_{t \max}(t)$ соответствует вычисленный при тех же допущениях идеальный (максимальный) боевой потенциал одного корабля, [12]:

$$\Pi_{\max} = \int_0^{T_{\text{сд}}} \mathcal{E}_{t \max}(t) dt.$$

На уровне оптимизации состава оперативно - тактического соединения (ОТС) показатель эффективности соответствует всем кораблям различных классов, входящим в состав ОТС. На уровнях определения тактических и технических элементов отдельного корабля, этот показатель относится к отдельному кораблю. Общая структура показателя эффективности во всех случаях одинакова - это фактически достижимый боевой потенциал Π , связанный с $\Pi_{\max}$ соотношением, вытекающим из работы [12]. При оптимизации состава традиционного ОТС имеем, [12]:

$$\mathcal{E} = \Pi = \varphi_1^{I_+ + \Delta I_+} (K_{T-i} \eta_{\text{КОИ-}i} \eta_B \eta_\phi \Pi_{\max i}); \quad \forall i \in I_+ + \Delta I_+; \quad (3)$$

$$\eta_{\text{КОИ-}i} \geq [\eta_{\text{КОИ-}i}]; \quad (4)$$

$$\eta_{\text{КОИ-}i} = \min(\eta'_{\text{КОИ-}i}, \eta''_{\text{КОИ-}i}), \quad (5)$$

где $\varphi_1^{I_+ + \Delta I_+}$ - оператор, определяющий нарастание боевого потенциала традиционного ОТС с добавлением в него i - го класса кораблей;

I_+ - исходное количество классов кораблей в традиционном ОТС;

ΔI_+ - количество классов кораблей, добавляемых в традиционное ОТС;

K_{T-i} - коэффициент технического напряжения для i - го класса кораблей;

$\eta'_{\text{КОИ-}i}$ - фактически достижимый коэффициент оперативного использования, осредненный в течение года по i - му классу кораблей, входящим в состав традиционного ОТС, [15];

$[\eta_{\text{КОИ-}i}]$, $\eta''_{\text{КОИ-}i}$ - минимально и максимально необходимые по ситуации на театре военных действий (ТВД) коэффициенты оперативного использования i - го класса кораблей;

η_B, η_ϕ - коэффициенты боевой и функциональной устойчивости, осредненные в течение года по кораблям, входящим в состав ОТС;

$\Pi_{\max i}$ - идеализированный (соответствующий $K_{T-i} = \eta_{\text{КОИ-}i} = \eta_B = \eta_\phi = 1$) боевой потенциал входящих в состав ОТС кораблей i - го класса.

Вид оператора $\varphi_1^{I_+ + \Delta I_+}$ определяется путем моделирования боевых действий. Величину

максимального боевого потенциала $\Pi_{\max i}, \forall i \in I_+ + \Delta I_+$ можно связать с поисковым, ударным и защитным потенциалами корабля. Соотношение (4) уточняет и дополняет по сравнению с более приближенными рекомендациями работы [1] входящее в общую постановку задачи оптимизации состава ОТС соотношение вида

$$\mathcal{E} \geq [\mathcal{E}_0],$$

где $\mathcal{E}$ - фактический, а $[\mathcal{E}_0]$ - минимально допустимый полезный эффект.

Соотношение $\mathcal{E} \geq [\mathcal{E}_0]$ является интегральным (обобщающим) по отношению к входящим в ОТС кораблей всех классов, а соотношение (4) уточняет его для каждого отдельного класса.

Суммарное (находящихся на боевой позиции, на переходах, на стоянке в базе и в ремонте) количество кораблей в составе традиционного ОТС

$$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^{I_+ + \Delta I_+} i N_{\Sigma\Sigma i},$$

где $N_{\Sigma\Sigma i}$ - суммарное количество кораблей i -го класса в составе традиционного ОТС (величина $\Pi_{\max i}$ вычисляется именно для этого количества).

Входящие в соотношения (3) - (5) коэффициенты $K_{T \cdot i}$ и $\eta'_{КОИ}$ будут, [16]:

$$K_{T \cdot i} = \frac{N_{\Sigma i}}{N_{\Sigma\Sigma i}}; \quad \eta'_{КОИ} = \frac{N_i}{N_{\Sigma i}},$$

где $N_{\Sigma\Sigma i}$ - общее (с учетом ремонтирующихся) количество кораблей данного класса в составе ОТС, $N_{\Sigma i}$ - количество этих же кораблей в строю (т. е. за вычетом ремонтирующихся), N_i - количество этих же кораблей на боевой позиции.

Если считать $N_{\Sigma i}$ условно постоянной величиной, то $N_{\min i} = [\eta_{КОИ}] N_{\Sigma i}$ и $N_{\max i} = \eta''_{КОИ} N_{\Sigma i}$ представляют собой минимальное и максимальное прогнозируемые количества кораблей данного класса в составе ОТС, находящегося на боевой позиции. Эти количества определяются в зависимости от прогнозируемой ситуации на театре боевых действий, а величина $N_i = \eta'_{КОИ} N_{\Sigma i}$ есть определяемое техническими возможностями количество кораблей i -го класса на боевой позиции, если их общее количество в строю ОТС есть $N_{\Sigma i}$.

Если $N_{\max i}$ намного превышает $N_{\min i}$ (т. е. ошибка прогноза $\Delta N_i = N_{\max i} - N_{\min i}$ получается значительной и по объективным причинам в принципе неустранимой), то есть смысл наряду с традиционной комплектацией ОТС, показатель эффективности которых описывается соотношениями (3) - (5), рассмотреть и вариант комплектации ОТС кораблями со сменным вооружением. Действительно, при большой и принципиально неустранимой ошибке прогноза ΔN_i , выбрав в условиях неопределенности фактическую величину N_i , $N_{\min i} < N_i < N_{\max i}$, мы можем придти:

-либо к фактическому невыполнению поставленных задач (когда N_i ближе к величине $N_{\min i}$);

-либо к тому, что корабли будут простаивать в базе (фактический коэффициент оперативного использования будет менее технически возможного) и вложенные в них ресурсы окажутся неоправданно затраченными.

На практике общий ресурс на строительство военно-морских сил, как правило, жестко ограничен.

Предположим, что для какого-то i -го класса кораблей принятое значение N_i оказывается близким к

величине $N_{\max i}$. Тогда для какого-то другого j -го класса кораблей вынужденно будет принято такое

значение N_j , которое близко к величине $N_{\min j}$. И может оказаться, что количество кораблей j -го класса

недостаточно для выполнения поставленной задачи. В то же время количество кораблей i -го класса избыточно и часть кораблей этого класса простаивает. А возможность оперативной замены вооружения снимает эту проблему.

Рассмотрим, по аналогии с соотношением (3), расчет показателя эффективности кораблей со сменным вооружением. Все корабли в таком ОТС считаются принадлежащими к одному классу. Соотношение (4) в этом случае полностью заменяется соотношением вида

$$\mathfrak{E} \geq [\mathfrak{E}_0].$$

Предполагается, что возможность заменить вооружение полностью исключает простой готового к бою и походу корабля в базе - и тогда можно отказаться и от соотношения (5). Показатель эффективности ОТС кораблей со сменным вооружением по аналогии с соотношением (3) будет:

$$\mathcal{E} = K_T \eta_{КОИ} \eta_B \eta_\phi \varphi_2^{N_{\Sigma\Sigma}} (P_{\max}),$$

где коэффициенты технического напряжения K_T , оперативного использования $\eta_{КОИ}$, боевой и функциональной устойчивости η_B и η_ϕ одинаковы для всех кораблей, составляющих ОТС, $N_{\Sigma\Sigma}$ - общее количество кораблей в составе ОТС, φ_2 - оператор, характеризующий приращение теоретически максимального боевого потенциала ОТС при увеличении количества боевых единиц в составе ОТС.

Наконец, на уровнях В и С (см. рис. 1) находим показатель эффективности в виде

$$\mathcal{E} = K_T \eta_{КОИ} \eta_B \eta_\phi P_{\max},$$

где все входящие величины определяются применительно к одному кораблю.

Здесь коэффициент оперативного использования $\eta_{КОИ}$ определится по формулам [15], а коэффициенты боевой η_B и функциональной η_ϕ устойчивости – по формулам [14].

Выводы. 1. При оптимизации состава оперативно-тактического соединения (ОТС) кораблей со сменным вооружением в качестве показателя эффективности возможно использование боевого потенциала корабля, который в отличие от отдельно рассматриваемых ударного, защитного и поискового потенциалов представляет собой показатель эффективности корабля за весь срок его службы.

2. В этом случае по аналогии с методом коэффициентов использования определяется идеальный боевой потенциал, к которому вводятся редуцирующие коэффициенты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соломенцев О.И. (2020) Обоснование состава соединения кораблей с учётом использования сменного вооружения. См. текст доклада в настоящем сборнике
2. Бабинов, Е.А. (2000) Квалиметрия качества подготовки личного состава как компонент оценки боевых возможностей корабля. *Морской сборник*, 7, 71-76
3. Stevens, A.P. (2016) Naval Ship Preliminary Arrangements for Operability and Reduced Vulnerability Master's of Science Thesis. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute and State University
4. Valdes, G.P., Llorente, S.M., Torres, J. G. (2013) Computational Models for Anti-Air and Anti-Submarine Warfare Simulation. *Ship Science & Technology*, Cartagena (Colombia), 6(12), 29-40
5. Echols R., Fernandez C., Cabezas R. (2003). "Sea Swat": A Littoral Combat Ship for Sea Base Defense. Monterey. Naval Postgraduate School. Technical Report
6. Захаров, И.Г., Постонен, С.И., Романьков, В.И. (1997) Теория проектирования надводных кораблей СПб: Изд. Военно-морской академии им. Н.Г. Кузнецова.
6. Ашик В.В., Царёв Б.А. (1983) Обоснование оптимальных характеристик проектируемых судов способами, развивающими идеи В.Л. Позднюнина. *Перспективные направления в проектировании судов. Сборник научных трудов ЛКИ.* - Л.: ЛКИ, 7-13
8. Гайкович, А.И., Дяченко В.Г. (1989) Оптимизация элементов судна модульной конструкции в процессе проектирования. *Судостроение*, 2 (3-6)
9. Гайкович, А.И. (2020) Проблемы теории проектирования судов и её преподавания. *Труды Крыловского государственного научного центра.* - Специальный выпуск 1, 137-141
10. Коршунов, Ю.Л. (1990) Логика развития морского оружия. В книге "Очерки истории отечественного кораблестроения" (с. 141-162). - М.: Наука
11. Захаров, И.Г. (1987) Теория компромиссных решений при проектировании корабля Л.: Судостроение
12. Худяков, Л.Ю. (1999) "Virginia"- вместо или вместе с "Seawolf"? *Судостроение*, 5, 25-32
13. Соломенцев, О.И. (2016) Розрахунок сценарію бойового застосування ракетно - артилерійського катера берегової оборони. Київ. Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України. Матеріали Міжнародного наукового форуму, 139-142
14. Соломенцев, О.И. Расчёт показателя эффективности надводного корабля по методу коэффициентов использования. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції. Том 2. – Миколаїв, НУК
15. Худяков, Л.Ю. (1980) Исследовательское проектирование кораблей. Л.: Судостроение.
16. Дубровин, В.И. (1996) О смысловом содержании некоторых оперативных коэффициентов. *Морской сборник*, 3, 22-25

Solomyentsev, O.I. *Determining of the measure of efficiency of the squadron of the flexible warships*

Abstract. *In this work is determined the measure of efficiency for the flexible ships squadron. Is done qualitative comparing of the efficiency measures, connected with flexible and traditional warships squadrons*

Key words: *flexible ships; measure of efficiency; potential of warfare*

Соломенцев, О.І. *Визначення показника ефективності для з'єднання кораблів з урахуванням використання змінного озброєння*

Аннотация. *Рассмотрено уточнённое определение показателя эффективности в задаче оптимизации состава оперативно-тактического соединения (ОТС) надводных кораблей со сменным вооружением, Приведен качественный сравнительный анализ показателей эффективности, который отвечает комплектации ОТС традиционными и модульными кораблями*

Ключевые слова: *корабли со сменным вооружением; показатель эффективности; боевой потенциал*

УДК 355.462.7 "1875/2020"

ДОСВІД ПІДВОДНОГО КОРАБЛЕБУДУВАННЯ НА ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО МОЖЛИВОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВІДРОДЖЕННЯ ПІДВОДНИХ СИЛ ВМС ЗС УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Соколюк Сергій Михайлович, капітан 1 рангу запасу, кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри Військово-Морських Сил Національного університету оборони України імені Івана Черняховського (Україна, м. Київ), e-mail: sergnavy@ukr.net, ORCID 0000-0003-3182-8073

У публікації висвітлено досвід зародження та розвитку підводного кораблебудування на теренах України протягом сторіччя – із середини XIX ст. до 1950-х рр. Розкрито процес створення та нарощування підводних сил на Чорному морі за часів Російської імперії та за радянської доби. Сформульовано висновки та уроки з досвіду будівництва підводних човнів на території України для розвитку вітчизняного кораблебудування та можливі шляхи відродження підводних сил у складі ВМС ЗС України в сучасних умовах.

Ключові слова: *підводні човни, будівництво підводних човнів, дивізіон підводних човнів, бригада підводних човнів, досвід будівництва.*

Сьогодні, в умовах збройної агресії Росії проти України, унаслідок якої виявилися тимчасово окупованими територія Криму, м. Севастополь і частина території Донецької та Луганської областей, коли бойове ядро корабельного складу Військово-Морських Сил Збройних Сил України (далі – ВМС ЗС України) було захоплене агресором, чи слушними є питання: чи потрібні сьогодні підводні сили Україні, чи є в них необхідність у найближчій, середньостроковій і подальшій перспективі? А в ситуації, коли у бойовому складі національного флоту відсутні навіть патрульні, не кажучи вже про ракетні чи протичовнові, кораблі, берегові протикорабельні ударні комплекси тощо, що може становити суттєву небезпеку для агресора? Саме такою, асиметричною, відчутною для ворога, відповіддю, поряд з мінною зброєю, і є підводні човни, оскільки, за оцінками фахівців, вони, використовуючи природні умови й гідрофізичні властивості Чорного моря, будуть залишатися єдиним, реально існуючим стримуючим чинником для будь-якого агресора на театрі [Безкоровайний, (2003) 30].

До того ж, навіть тимчасова втрата основних, найбільш зручних пунктів базування українських Військово-Морських Сил унаслідок окупації Криму Росією, який, безумовно, незабаром повернеться до складу України, та певної частини підготовлених кадрів, не повинна завадити процесу розвитку підводних сил, оскільки надзвичайно важливим сьогодні є збереження досвіду і напрямку підводного плавання для нашої оборони [Безкоровайний (2003) с.29]. Разом з тим, оскільки оборона свого узбережжя починається від берегів противника, наступним етапом відновлення спроможностей ВМС ЗС України стане відродження їх підводних сил [Семенюк (2018)].

Сьогодні спостерігається тенденція, яка свідчить про перехід неатомних субмарин на використання нових принципів двигуна, що значно посилює перевагу у володінні основною тактичною властивістю – прихованістю – та порівняно з атомними субмаринами значно нижчою вартістю.

Зважаючи на те, що малі глибини північно-західної частини Чорного моря суттєво обмежують розгортання і діяльність великих і середніх підводних човнів, а також ураховуючи досвід будівництва і застосування неатомних підводних човнів, особливо на закритих та неглибоких морях, для ВМС ЗС України бачиться більш реальним у найближчій перспективі використовувати малі та надмалі підводні човни, а також безекіпажні підводні апарати.

До питання щодо вивчення історії підводного кораблебудування на теренах України і тенденцій розвитку підводних човнів зверталася у своїх наукових доробках незначна кількість дослідників, як радянських (Б. Зубов, Г. Трусов, С. Шерр та ін.), зарубіжних (В. Захар, Ю. Нічик, А. Платонов, А. Тарас та ін.) та вітчизняних

дослідників, зокрема: В. Безкоровайний, В. Вакар, О.Калініченко та деякі інші. Як показав аналіз, обрана тема нашої розвідки не знайшла належного висвітлення. Відтак, **метою публікації** є аналіз досвіду підводного військового кораблебудування, яке зародилося на українських теренах в останній чверті XIX ст., набуло свого розвитку напередодні Першої світової війни і функціонувало до середини 1950-х років, та його використання у процесі пошуку можливих шляхів відродження підводних сил для ВМС ЗС України на сучасному етапі.

Насамперед, слід зазначити, що зацікавленість проблемою ураження кораблів противника з-під води, що виникла у роки Кримської (Східної) війни 1853–1855 рр., проявилася з новою силою під час російсько-турецької війни 1877–1878 рр. [Шерр (1964) с.35]. Відтак, перший міні-підводний човен з механічним двигуном, що знайшов практичне застосування і був прийнятий на озброєння флоту, був побудований у 1877 р. в Одесі за проектом видатного інженера, уродженця Поділля, Стефана Джевецького (1843–1938), який спроектував послідовно сім проектів підводних кораблів, які всі були втілені в металі. Пройшовши протягом літа 1878 р. складний шлях випробувань, 19 листопада того ж року на рейді Одеського порту С. Джевецький у присутності членів комісії Одеського філіалу Морського Технічного Комітету та головного командира Чорноморського флоту і портів адмірала М. Аркаса (1816–1881) здійснив успішну демонстрацію бойового застосування свого первістка, підірвавши баржу двома мінами, що були підведені під її дно і приведені в дію гальванічним пристроєм [Калініченко (2010) с.21; Тарас (2002) с.89; Трусов (1957) с.75]. У подальшому, вже на четвертому варіанті човна С. Джевецький уперше в Росії використав електродвигун, який для обертання гвинта живився струмом від акумуляторної батареї [Платонов (2002) с.12]. Розробки подолянина разом з винаходами інших інженерів і лягли в основу проектування і побудови бойових підводних човнів наступних поколінь.

Інший одесит – Михайло Кудряшов – майже одночасно зі С. Джевецьким створив свій проект підводного човна та 19 жовтня 1879 р. до Морського Технічного Комітету надіслав свої матеріали. Утім, після проведеної експертизи, конструктор отримав негативну відповідь на свою пропозицію [Калініченко (2010) с.22; Соколюк (2015) с.335].

Одесит Володимир Кремінський прагнув досліджувати підводний простір у мирних цілях. Він винайшов своє підводне судно у 1883 р. і подав його проект на адресу Імператорського Російського Технічного Товариства. Його підводний апарат мав рухатися у водному середовищі за принципом крила і в теперішній час знайшов свій розвиток у вигляді «глайдерів». Результати своїх досліджень він виклав у праці «Заметки по подводному плаванию и о возможности устройства подводного судна», яке побачило світ 20 серпня 1892 р. [Калініченко (2010), с.22; Калініченко, Синявська (2010) с.7; Соколюк (2015) с.336].

Критично переосмисливши підсумки Російсько-японської війни (27 січня (9 лютого) 1904 р. – 23 серпня (5 вересня) 1905 р.), царський уряд у 1907 р. ухвалив програму відновлення флоту на 1910–1920 рр., яка була доповнена програмою військового суднобудування на 1912–1916 рр. Для посилення Чорноморського флоту протягом 1908–1912 рр. планувалося побудувати 3 підводні човни [История (1995) с.26]. З метою нарощування будівництва субмарин у травні 1911 р. у Миколаєві на базі казенного адміралтейства, де столичні Балтійський та Невський заводи відкрили на правах оренди свої відділення, було створено друге приватне суднобудівне підприємство – «Русское судостроительное общество» – «Руссуд». Готові частини корпусу і механізми підводних човнів типу «Морж» із Санкт-Петербурга залізницею доставлялися до Миколаївського адміралтейства, де здійснювалося їх збирання. Навесні 1915 р. пч «Тюлень» і «Морж» були прийняті до складу флоту. Таким же чином здійснювалася добудова пч типу «Нарвал» та «Кит», які з грудня 1911 р. будувалися спочатку в Петербурзі на Невському заводі, а потім частинами залізницею доправлялися до Миколаєва для збірки і добудови. Улітку 1915 у Миколаєві були побудовані також пч «Кит» і «Кашалот» [Соколюк (2020) с.66–67]. Таким чином відбувалося нарощування підводних сил на Чорному морі.

У підсумку, прийом до складу Чорноморського флоту шести пч Миколаївських відділень Балтійського та Невського заводів дозволив у 1915 р. реорганізувати наявний дивізіон ПЧ у підводну бригаду, начальником котрої був призначений капітан 1 рангу В.Є. Ключовський (у майбутньому – контр-адмірал, командувач Морськими силами УНР у 1918–1919 рр.), досвідчений підводник, який брав активну участь в освоєнні нових човнів, оцінці їх бойових якостей та організації їх бойового застосування у роки I-ї світової війни. Таким чином, до складу першого дивізіону бригади увійшли човни «Морж», «Нерпа» і «Тюлень», другий дивізіон склали «Нарвал», «Кит» і «Кашалот», а до третього увійшли застарілі човни малої водотоннажності, які ще в 1907 р. зародили цей рід сил флоту на Чорному морі – «Лосось», «Судак», «Карась» і «Карп» [История (1995) с.279].

Згодом, у 1915 р. Товариством Миколаївських заводів і верфей (ОНЗіВ) був побудований пч «Краб» – перший у світі підводний мінний загороджувач [Вакар (2004) с.34; Зубов (1990) с.339]. У результаті підводні сили ЧФ уже могли виконувати оперативні завдання.

Оцінивши ефективність застосування підводних човнів під час бойових дій на морі у роки Першої світової війни, військово-морське керівництво імперії наприкінці грудня 1916 р. з ОНЗіВ уклало додатковий

контракт на побудову закладених пч «Орлань» та «Буревестникь». Після затвердження на засіданні технічної ради ГУК 2 січня 1915 р. пропозицій МГШ щодо удосконалення конструкції ПЧ типу «Барс» для Чорного моря, 17 березня 1915 р. Морське міністерство уклало контракт з ОНЗіВ на побудову чотирьох ПЧ цього типу, причому, термін здавання останнього встановлювався 1 червня 1917 р. А 30 січня 1915 р. Балтійський завод також отримав наряд на будівництво аналогічних човнів для Чорного моря Миколаївським відділенням заводу [История (1995) с.442].

А для більш інтенсивного нарощування підводних сил, через обмежені виробничі потужності вітчизняної промисловості, Морське міністерство зробило спробу вирішити цю проблему за рахунок придбання підводних човнів закордонного виробництва, з наступним їх збиранням у Росії [История (1995) с.450]. Відтак, у 1916 р. був підписаний контракт на поставку шести підводних човнів типу «АГ» («Американський Голланд») для Чорного моря. Збудовані у Ванкувері човни доставлялися транспортом до Владивостока, далі – залізницею до Санкт-Петербурга, де здійснювалося розпочате їх збирання, а остаточно – на відділенні Балтійського заводу у Миколаєві [Зубов (1990) с.364]. Загалом, на суднобудівних заводах Миколаєва у 1908–1918 рр. було закладено 31, а побудовано 23 підводних човни [Соколюк (2016) с.11].

Таким чином, залучення суднобудівних підприємств Півдня України та збільшення їх кількості і розширення виробничих потужностей дозволило значною мірою наростити напередодні і під час Першої світової війни бойову міць Чорноморського флоту, зокрема, підводних сил, і реорганізувати наявний на ЧФ дивізіон ПЧ у підводну бригаду, яка стала спроможною виконувати весь обсяг визначених завдань.

Добудова та збирання корпусів уцілілих човнів була продовжена із захопленням Миколаєва військами більшовиків, які у 1920–1921 рр. поповнили бойовий склад радянських Морських сил Чорного моря [Соколюк (2016) с.10].

Із затвердженням у 1926 р. 6-річної програми військового суднобудування, у Миколаєві було закладено 3 нових пч типу «Д», згодом – човни типу «Л», «Щ», «М» та «С», які незабаром поповнили склад підводних сил Чорноморського флоту, що на початок II Світової війни налічували 30 од., а за станом на 22 червня 1941 р. – 47, при цьому, 11 човнів будувалися у Миколаєві на заводі ім. Марті, 6 із яких було підірвано у вересні через загрозу захоплення міста гітлерівськими військами, а решту – добудовували під час війни у портах Кавказу. По закінченню війни 27 листопада 1945 р. був затверджений план військового суднобудування на період 1946–1955 рр., згідно якого на Чорноморському суднобудівному заводі в Миколаєві було збудовано 57 пч пр. 613 із 215 збудованих у загальній найбільшій серії. [Соколюк (2020) с.67]. У подальшому, будівництво нових пч на корабельнях півдня України не здійснювалося.

Варто зазначити, що в 1952 р. в Одеській ВМБ був сформований 85-й окремий дивізіон ПЧ (командир А. Ємець), в якому відпрацьовувалися екіпажі трьох ПЧ типу М XV-ї серії для передачі болгарському ВМФ. Улітку 1953 р. штаби болгарського і радянського дивізіонів та по два екіпажі ПЧ (радянський і болгарський) були передислоковані в с-ще Чорноморське, де протягом року була організована безпосередня підготовка болгарського штабу та екіпажів у морі. Після виконання завдання дивізіон був розформований [Захар, Ничик (2012) с.145,146].

15 липня 1956 р. в Одесі був сформований 131-й дивізіон підводних човнів резерву з підпорядкуванням командиру 152 бригади ПЧ. Основою створення дивізіону стали човни С-233, С-234 154-ї бригади ПЧ, С-230 155-ї бригади ПЧ і збудовані в Миколаєві С-243, С-244, С-245 [Захар, Ничик (2012) с.150]. Різний за кількісним і якісним складом, дивізіон проіснував до середини грудня 1991 р. [Захар, Ничик (2012) с.651]. У зв'язку з набуттям Україною незалежності та небажанням передачі човнів до складу ВМС України, які мали формуватися, дивізіон наказом Головнокомандувача ВМФ В. Чернав'їна 20 грудня 1991 р. був розформований [Захар, Ничик (2012) с.657].

Із завершенням розподілу Чорноморського флоту у серпні 1997 р. у складі ВМС ЗС України були створені підводні сили, на той час представлені лише одним великим дизель-електричним підводним човном пр.641 «Запоріжжя», а з метою планування та підготовки підводників – створення школи українського підплаву – сформоване управління дивізіону підводних човнів. Утім, т.зв. «реформи» початку 2000-х років у ЗС України та ВМС ЗС України призвели до скорочення управління дивізіону, хоча, натомість, був сформований другий екіпаж. Проте, події весни 2014 року тимчасово позбавили Український флот цього роду сил.

Безумовно, відродження підводної складової в Україні потребуватиме не тільки значних коштів, а й часу — від двох-трьох років і більше. А з урахуванням підготовки кадрів, створення берегової інфраструктури — щонайменше п'ять-шість років. Нині побудувати високотехнологічні підводні кораблі самостійно Україна не має можливості, відтак, залишається закуповувати за кордоном проекти, разом із технологіями будівництва або вже готові субмарини, що були в користуванні. Також можна розглянути питання оренди або лізингу в одній із країн-партнерів двох-трьох середніх підводних човнів, наприклад, німецького проекту 209, оскільки передбачено їх заміну на більш сучасні [Семенюк (2018)].

Ще одним напрямком, на наш погляд, у найближчій та середньотерміновій перспективі для ВМС України, з урахуванням нинішнього базування, доцільно озброїти малими та надмалими підводними човнами. Також перспективним є створення й застосування безекіпажних підводних апаратів-роботів, зокрема глайдерів, досвід проектування, створення й застосування яких вітчизняні фахівці вже напрацювали, наприклад, у Миколаєві. Малі та надмалі субмарини можуть ефективно протидіяти кораблям і суднам противника в прибережних районах і в районах базування, здійснювати розвідку та приховане стеження на «обмежених морських театрах». Вони здатні вражати ракетною, торпедною й мінною зброєю, здійснювати приховану постановку мін на фарватерах, охороняти підводні або надводні споруди та об'єкти морської інфраструктури, наприклад, бурові платформи тощо. Цьому класові субмарин притаманні виняткові переваги завдяки більшій прихованості й живучості в прибережних мілководних районах. Їхні малі розміри ускладнюють виявлення штатними гідроакустичними комплексами. Тож за бойовими можливостями надмалі підводні човни навіть наближаються до середніх підводних човнів [Семенюк (2018)].

Наявність у складі ВМС України кількох боєздатних підводних човнів значно розширила б арсенал наших можливостей. Відтак, не можна не погодитися з думкою досвідченого підводника заступника Міністра оборони – Головнокомандувача ВМС ЗС України (1993–1996) віце-адмірала Володимира Герасимовича Безкоровайного (1944–2017) про те, що підводні човни – єдиний рід сил в сучасному флоті, який на закритому театрі воєнних дій може приховано використовуватися як угруповання сил стратегічного неядерного стримування можливого (звісно, якого – С.С.) агресора, і тому ВМС ЗС України повинні мати повноцінну бригаду (дивізіон) у складі 6–8 підводних човнів із повітрянезалежною (анаеробною) енергетичною установкою.

Незалежно від обраного напрямку відродження підводної складової морської могутності України, за умови розвитку власного потужного наукового технічного потенціалу або використовуючи можливості країн-партнерів, наявність у бойовому складі ВМС ЗС України підводних човнів із високими тактико-технічними характеристиками може суттєво змінити конфігурацію протистояння на Чорному морі на нашу користь.

Висновки.

1. Як у Європі та в Росії наприкінці XIX – на початку XX ст.ст., підводне кораблебудування зароджувалося та розвивалося і на українських землях – в Одесі та Миколаєві.

2. Посиленню темпів будівництва ПЧ сприяли:

зросла потреба у новому роді ВМС з унікальними бойовими якостями;

поєднання нарощування можливостей промисловості і науки з вирішення серйозних технічних завдань у галузі їх будівництва;

наявність нових вітчизняних розробок з урахуванням недоліків раніше збудованих та підготовлених кадрів підводників.

3. Було збільшено виробничі потужності підводного суднобудування, зокрема, у північному Причорномор'ї, а саме:

будівництво заводу «Руссуд»;

відкриття відділень Балтійського та Невського заводів на території колишнього Миколаївського адміралтейства;

розширення потужностей підприємства «Наваль»;

об'єднання цих підприємств у «Товариство Миколаївських заводів і верфей».

4. Для будівництва ПЧ, як для повного циклу, так і поставки комплектуючих механізмів до них, залучалися й іноземні підприємства (американські та німецькі).

5. Залучення суднобудівних підприємств Миколаєва та збільшення їх кількості і розширення виробничих потужностей дозволило значною мірою наростити напередодні і під час Першої світової війни бойову міць Чорноморського флоту, зокрема, підводних сил, і реорганізувати наявний на ЧФ дивізіон ПЧ у бригаду підводних сил, яка набула спроможності виконувати весь об'єм визначених завдань

6. Досвід будівництва на верфях Миколаєва військових кораблів, зокрема, підводних човнів, напередодні Першої та Другої світових воєн свідчить про розуміння тогочасним вищим державним керівництвом значення потужних ВМС для захисту від агресії з моря та вимагає такого розуміння сьогодні.

7. У теперішній час, в умовах відродження ВМС ЗС України та тимчасової відсутності можливості будувати їх на вітчизняних корабельнях, одним із шляхів вирішення проблеми поповнення корабельного складу, зокрема підводними човнами, може стати використання досвіду їх замовлення та будівництва або ж отримання в лізинг чи придбання за кордоном.

8. Історичний досвід засвідчує, що відродити власні ВМС Україні можливо за умови відродження вітчизняної галузі військового кораблебудування. Це, у підсумку, поверне втрачені за останні майже 30 років

позиції України у цивільному та військовому кораблебудуванні в регіоні, а також сприятиме підвищенню бойових спроможностей Військово-Морських Сил незалежної України.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- Бескоровайный В.Г. (2003) *Какой быть военно-морской политике Украине?* // Альманах Киевской городской ассоциации ветеранов-подводников. – С.21–38.
- Вакар В.И. (2004) *Затонувшие подводные лодки в Черном море: Справочник.* – Севастополь: НИЦ «Государственный океанариум». – 112 с.
- Захар В.Р., Ничик Ю.М. (2012) *Подводные силы Черноморского флота.* Изд. 2-е, доп. и перераб. – Севастополь: Риббэст, 2012. – 688 с.
- Зубов Б.Н. (1990) *Развитие кораблестроения на юге России.* – Калининград: Кн. изд-во. – 383 с.
- История отечественного судостроения. В пяти томах. Т. 3: Судостроение в первой четверти XX в. (1906–1925)* / Под ред. И.Д. Спасского. (1995) СПб.: Судостроение. – 560 с.
- Калініченко О.О. (2010) *Когорта або роль українського чинника в зародженні, становленні та розвитку підводної справи (1595–1995).* – Вид. 2-ге, пер. та доп. – Одеса, вид-во КП ОМД, 2010. – 160 с.
- Калініченко О., Синявська О. (2010). *В.А. Кременський – Ціолковський підводного світу.* – Одеса: вид-во КП ОМД. – 40 с.
- Платонов А.В. (2002) *Подводные лодки.* – СПб.: ООО «Издательство «Полигон». – 256 с.
- Семенюк Р. (2017, травень, 18) *Чи потрібен Україні підводний флот?* // Народна армія. С.15.
- Соколюк С.М. (2016) *Деякі висновки та уроки з досвіду будівництва підводних човнів на території України для розвитку вітчизняного кораблебудування* // К.: НУОУ.
- Соколюк С.М. (2018) *Можливі шляхи відродження підводних сил Військово-Морських Сил Збройних Сил України* // К.: НУОУ.
- Соколюк С.М. (2015) *Зародження вітчизняного підводного кораблебудування в Одесі* // Південь України: етноісторичний, мовний, культурний та релігійний виміри: зб. наук. праць V Міжнародн. наук. конф., 24 – 25 квіт. 2015 р., Одеса : ОНМУ.
- Соколюк С.М. (2010) *Розвиток підводного кораблебудування на теренах України наприкінці XIX – середині XX ст.ст.* // Зброяря: історія розвитку озброєння та військової техніки: Збірник тез доповідей науково-практичної конференції 27 лютого 2020 р. – Львів: НАСВ.
- Тарас А.Е. (2002) *История подводных лодок 1624–1904.* – М.: АСТ, Мн.: Харвест. – 240 с.
- Трусов Г.М. (1957) *Подводные лодки в русском и советском флоте.* – Ленинград: Госсудпром. – 381 с.
- Шерр С.А. (1964) *Корабли морских глубин. Изд. 3-е.* – М.: Воениздат. – 328 с.

СУДНОВІ НАФТОВІСНІ ВОДИ, ЯК ДЖЕРЕЛО ЗАБРУДНЕННЯ СВІТОВОГО ОКЕАНУ

Свиридов В'ячеслав Іванович

к.т.н., доцент кафедри СМЕ Херсонська філія
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Репін Микола Анатольович

магістрант Херсонська філія
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Вступ. Вплив суднових нафтових забруднень на світовий океан критично проявляється в зміні його фізичного, фізико-хімічного та хімічного стану, що викликає гальмування інтенсивності біологічних процесів в навколишньому середовищі.

Міжнародна конвенція МАРПОЛ-73/78 є головним міжнародним документом, в якому передбачені заходи щодо скорочення і запобігання забруднення морського середовища шкідливими речовинами, які перевозяться на судах або утворюються в процесі їх експлуатації.

З метою запобігання забрудненню навколишнього середовища, а також водного середовища, з суден Конвенцією ООН з морського права передбачено наступні заходи:

– держави мають спільне зобов'язання захищати і зберігати водне середовище;

– держави мають зобов'язання вживати заходів, використовуючи найкращі практичні застосування, наявні в їхньому розпорядженні, для зменшення в максимально можливій мірі забруднення з суден, зокрема заходи щодо запобігання навмисних і ненавмисних скидів;

– держави мають зобов'язання приймати закони і правила, які будуть також ефективні, що і загальноприйняті міжнародні норми і стандарти.

Сьогодні питання дослідження особливостей обробки нафтовмісних стічних вод найбільш актуально і що саме важливе, так це вимоги які пред'являються до ступеня очищення рідини того чи іншого устакунання.

Мета дослідження являє проведення аналізу існуючих методів і технічних засобів очищення нафтовмісних вод, знаходження та впровадження сучасних заходів, щодо запобігання забруднення морського середовища з суден.

Нафтовмісні стічні води являють собою складну багатокомпонентну і багатофазну систему, органічна частина (50...98%) якої представлена нафтовими вуглеводнями (алифатичними, полі- і гетероциклічними, ароматичними) і їх похідними. До особливостей нафтовмісних вод в судових стоках можна віднести їх порівняно низьку щільність (від 0.70...0.76 до 0.94 г/см³) і незначну (від нерозчинних важких фракцій до 20...90 мг/л для дрібних фракцій) розчинність в воді.

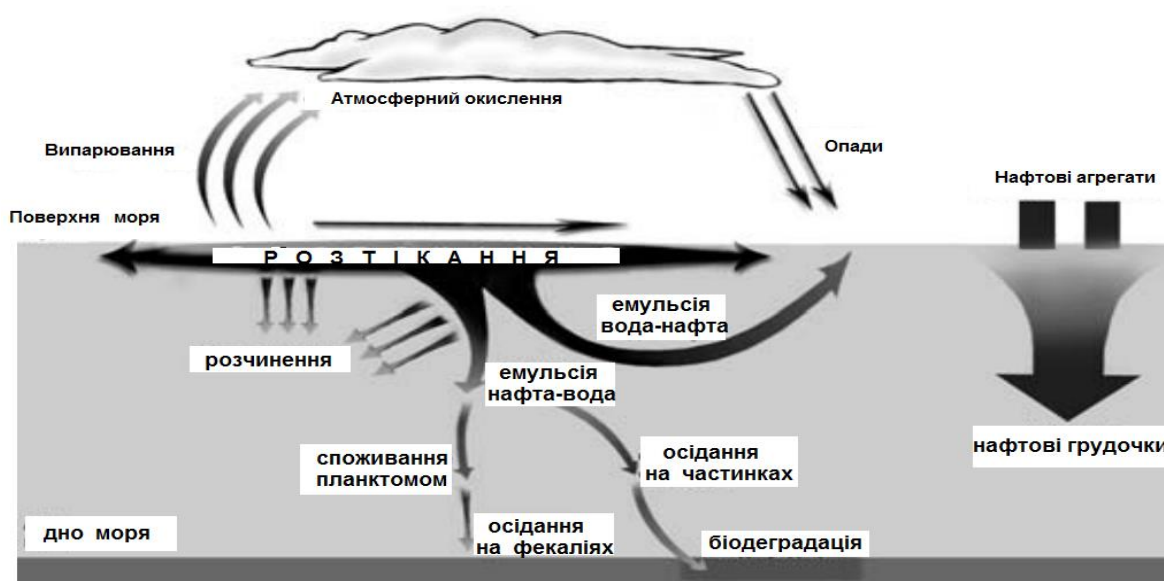


Рис.1 – Сукупність основних процесів, яким піддається нафта в водному середовищі

У зв'язку з цим застосування перспективних технологій очищення води від нафти і нафтопродуктів та обов'язковий контроль (екологічний моніторинг океану), що є вельми актуально (рис. 1). Основними завданнями екологічного моніторингу океану є створення системи спостережень за джерелами і факторами антропогенних впливів і біологічними ефектами в морських екосистемах, а також визначення допустимого навантаження на екосистеми (розробляється на основі оцінки, аналізу, прогнозу стану океану).

Для моніторингу нафтових забруднень необхідно проведення безперервних спостережень в часі, виходячи з продуманого розподілу вимірювальних коштів в просторі, тому інформаційна система про стан водної поверхні повинна бути дистанційною, розподіленою, багатосенсорною і автоматизованою.

Серед відомих методів очищення нафтовмісних вод (НМВ) найбільш часто використовані методи: фізичні, біологічні, колоїдно-хімічні, електричні та динамічні. У технології очищення судових нафтовмісних вод у даний час знайшли подальше застосування методи коалесценції, відстою і подальшої фільтрації НМВ, в основі яких лежать безреагентні процеси поділу нафтоводних сумішей. Вони знайшли широкі застосування на судах і є економічно доцільними в порівнянні з іншими відомими методами, вони не змінюють властивості нафтопродуктів, що дає можливість використовувати вуглеводні складові вдруге за прямим призначенням, наприклад, спалювати в топках судових парових котлів. Технологія очищення забруднених нафтою вод від вуглеводнів визначається суворим переліком вимог, які перевіряються Кваліфікаційними товариствами, що пред'являються до глибини (якості) очищення.

На сьогодні однією з перспективних являє установка "DEOILER 2000" виробник (Канада), яка розроблена компанією NFV "Norddeutsche Filter Vertriebs GmbH", в роботі якої використовується двоступеневий

спосіб очищення нафтовмісних вод – відстійний та адсорбційний з рівнем очищення 4...6 ppm. Дане устаткування випускається в модифікаціях 0,5 1,0 2,5 5,0 10,0 м³/годину

Висновки. З метою запобігання забрудненню навколишнього середовища, з суден Конвенцією ООН з морського права та вимоги Конвенції МАРПОЛ 73/78, в роботі розглянуто основні особливості та способи їх очищення від нафтопродуктів. Серед існуючого різноманіття способів (механічних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних) очищення забруднених вуглеводнями судових стоків, але сьогодні набуває найбільш перспективне застосування біотехнологічних методів, заснованих на використанні біореакторів з імобілізованої монокультури або асоціацією вуглеводневих окислюючих мікроорганізмів.

Спосіб очищення нафтозабруднених вод біотехнологічними методами, заснованих на використанні вуглеводневих окислюючих мікроорганізмів. Зараз обробка окисленням озоном нафтомісних вод дає можливість озону, окислити верхній шар нафтезабрудненої молекули за рахунок чого йде розділ фракцій водо – нафта, який у вигляді пластівців спливає в гору.

Список використаної літератури

1. Решняк В. И. Стратегия предотвращения загрязнения внутренних водных путей и моря при эксплуатации судов / В. И. Решняк, В. Е. Леонов // Современные и инновац. технологии: сб. тр. междунар. конф. - Херсон, 2011.
2. Малахов А. В., Ткаченко И. В. Гидродинамика разделения многофазных смесей на основе воды // Авиационно-космическая техника и технология. Харьков – 2008. – № 4 (51). – С. 34-38.
3. Ткаченко И.В. Метод отделения водной компоненты от нефтесодержащих примесей в судовых льяльных водах, основанный на гидродинамическом процессе суперкавитации // Проблемы техники: наук.-виробн. журнал. Київ – 2010. – №3. – С. 59-70.
4. Решняк В. И. Исследование особенностей процесса окисления в дисперсной системе «вода - эмульгированные нефтепродукты» / В. И. Решняк, А. С. Курников, К. В. Решняк // Журнал ун-та водн. коммуникаций. 2010. № 7. С. 171-178.
5. Кучинская А. А. Технология очистки судовых нефтесодержащих вод с использованием природных сорбирующих материалов: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / А. А. Кучинская. Изд-во Гос. мор. ун-та им. адм. Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск, 2014. 117 с.

WAAM TECHNOLOGY APPLICATION TO SHIP PROPELLER PRODUCTION

Rima Mickeviciene, assoc. prof. dr.; Vestina Masiulyte, student.

Tatjana Paulauskiene, Vytautas Paulauskas

Klaipeda University

Lithuania, Klaipeda

¹ rima.mickeviciene@ku.lt; ² vestinamasiulyte@yahoo.com

Abstract. Additive manufacturing (AM) has been remaining as leading technology of manufacturing change in the context of circularity, Industry 4.0 and digital transformation initiatives. In marine engineering, AM has been developed from the simple application into an entirely new way of designing and manufacturing ship equipment components. On this regard, a new manufacturing technology Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) of ship propeller is proposed. In collaboration with welding research and training institute "SLV MV GmbH", a set of the parameters to wire arc additively manufactured ship propeller has defined. After it, the mechanical properties, microstructure, and homogeneity of WAAM samples compared with properties of samples cut from conventionally casted ship propeller blade.

Keywords: ship propeller, additive manufacturing, WAAM.

1. Introduction

In 2015, 193 countries of the United Nations Organization (UNO) adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development and its 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Among them, special attention has paid to manufacturing as an important driver of economic development and employment. An essential factor to consider is the emission of Carbon Dioxide during manufacturing processes. Technological progress is the foundation of efforts to achieve environmental objectives, such as increased resource and energy-efficiency [1]. Circular economy principles as a new economic model for moving from a consumption and disposal-based linear model to extending the life cycle

and minimizing wastage has been implementing in advanced countries. As part of the United Nations family, International Maritime Organization (IMO) is also actively working towards the 2030 Agenda for Sustainable Development and the associated Sustainable Development Goals. On this regard, global marine technology sector works on improving a life-cycle performance of newly built and operating ships. Ship components and equipment made from innovative materials such as composites can weigh far less than made by using conventional technologies, and offer the potential for lower fuel consumption, resulting in a subsequent reduction in greenhouse gas emissions and increasing cargo capacity.

A circularity and customers' requests to speed up supply, especially for large size components, have drawn researchers' attention to the application of new technologies and new business models in maritime technology industry. Full-scale propeller could be designed and manufactured weighting up to 40% less than its counterpart [2]. In addition, generally known that from the design stage to the supply moment customers need to wait at least a half a year to launch a new casted ship propeller. AM technology WAAM can shorten the supply term to a few weeks [3]. Moreover, when a ship enters a port for the replacement of a specific part, it may take weeks or even months before the required part will be available. As result, shipping companies lose millions and are required to store the spare parts in a warehouse. With AM these parts can be produced, delivered and installed in just a few weeks.

The main objective of this study is to set the technological parameters for wire arc additively manufactured ship propeller fragments, customize it for completed ship propeller and compare these properties with properties of already existing conventionally casted ship propellers.

2. Wire Arc Additive Manufacturing process in brief

The WAAM is a combination of an electric arc as heat source and wire as feeding recourse. For additive manufacturing purposes, the process has been investigating since 1990s. This type of "3D printing" is able to benefit from increased design freedom, the absence of size limits, and shorter production duration. These aspects make WAAM particularly suitable for custom large functional components made of high value materials. The result of WAAM is a layered one layer above another layer straight metallic wall with minimum thickness of 1-2 mm. The principle of the process is shown in Figure 1. The advantages and disadvantages of WAAM are analyzed in the table 1.

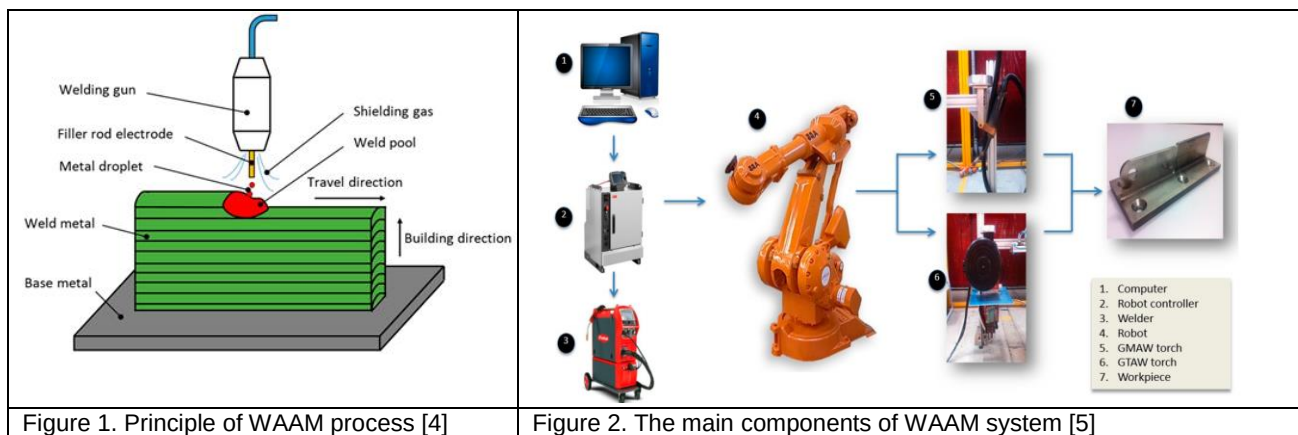


Table 1. Advantages and disadvantages of WAAM [6].

Advantages of WAAM	Disadvantages of WAAM
Very high deposition rates with low amount of material waste	The process is hard to control due to its inherent residual stress and distortion
Much lower manufacturing costs than powder-based AM processes	WAAM is more suitable to make large and less complex parts
Potentially no limitation in part size	A highly skilled programmer / operator is required
Possibility to integrate post-processing in the same machinery	Require more post-processing than other AM processes
Multi-material components possible	Up to this date WAAM is not a net-shape or fully automated process

Comparing WAAM with traditional manufacturing, the amount of waste drops is reducing from a typical 90% to 10%.

WAAM system consists of the components such as a standard welding equipment, which includes robot or CNC machine, welding power source, torch and wire feeding systems and control board as well as computer with an interface (Figure 2).

WAAM systems can be used with three different heat sources such as Tungsten Inert Gas (TIG), Metal Inert Gas (MIG), and plasma (PAW) torches. MIG is the most common choice of heat source because of its higher deposition rate and direct feeding pool of welding wire, which is coaxial with the welding torch. Welding parameters such as current, voltage, travel and wire feeding speed as well as torch angle have to be set up because these parameters have the greatest influence on the shape of the weld and penetration depth.

3. Typical setup, parameters, and materials for WAAM experiment

To design and additively manufacture a propeller by WAAM technology some pre-research steps must to be done. For the setting technological parameters the smaller parts such as cubes were printed. Each cube was designed by "SKM DCAM" CAM software which defines the robot movements. According to design, the cube consists of 12 layers obtained by changing robot's movement and welding direction by 90° in every layer, and has the size around 15 x 15 x 15 mm.

Since for the comparison were tested samples cut from the conventionally casted copper alloy propeller's blade, for the manufacturing of WAAM samples were selected the welding wires with as similar a chemical composition as possible. The results are presented in the Table 2.

Table 2. Set of parameters for WAAM samples

Sample No/ wire material and diameter	Wire feed speed [m/min]	Current [A]	Voltage [V]	Welding speed [m/min]	Shielding gas		Gas consumption [l/min]	Remark
					Ar [%]	CO ₂ [%]		
No 1 G3Si1 Ø 1,2mm	5	190	18,9	0,6	82	18	12	Too thin layers
No 2 CuAl ₈ Ni ₂ Fe ₂ Mn ₂ Ø 1,2mm	5	163	20,2	0,6	50	50	12	Arc length changing
No 3 CuAl ₈ Ni ₂ Fe ₂ Mn ₂ Ø 1,2mm	6	193	21,2	0,75	50	50	12	Better results than No 1 and 2
No 4 CuAl ₈ Ni ₂ Fe ₂ Mn ₂ Ø 1,2mm	5	163	20,2	0,6	50	50	12	Pyramid shape, constant welding direction

Despite of the small irrelevant imperfections the sample No 4 was chosen for examination of mechanical properties and comparison with mechanical properties of samples cut from casted CuAl₁₀Fe₅Ni₅ blades.

4. Mechanical properties, microstructure and homogeneity of the samples

Four tests such as tensile, hardness, microstructure analysis and X-ray were performed for it. Some results are presented in Figures 3-7.

The diagram in Figure 3 shows that the samples made from casted blade are fragile in the bottom area while the tip shows better results. WAAM sample has reached the casted sample results. In whole, tensile test shows high advantage of WAAM technology.

Casted sample hardness values according to Vickers range between HV152 - 161. WAAM sample hardness vary between HV145 - 154. Hardness results may vary because of process parameters.

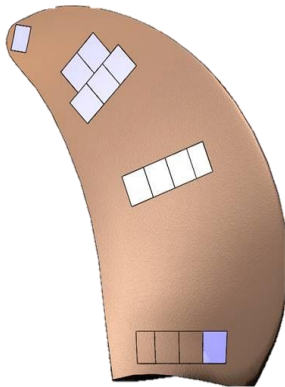


Figure 3. Casted ship propeller blade divided to areas for quality assurance: bottom, middle, and tip.

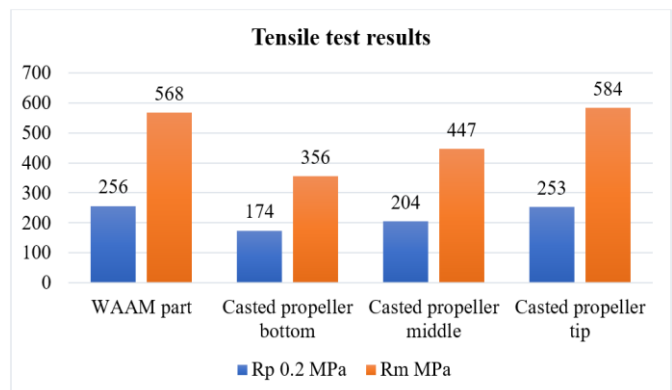


Figure 4. Diagram of tensile test results

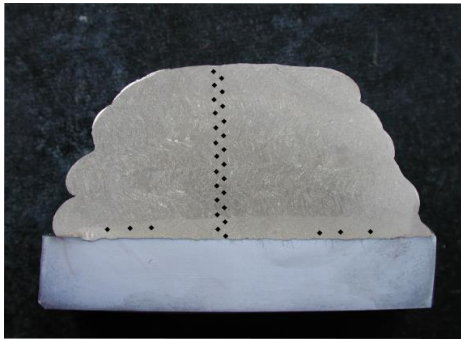


Figure 5. The cross section of the transverse WAAM sample No 4 after the hardness testing.

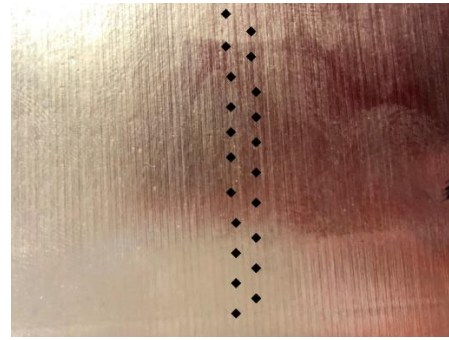


Figure 6. The cross section of the sample cut from casted ship propeller's blade after the hardness testing.

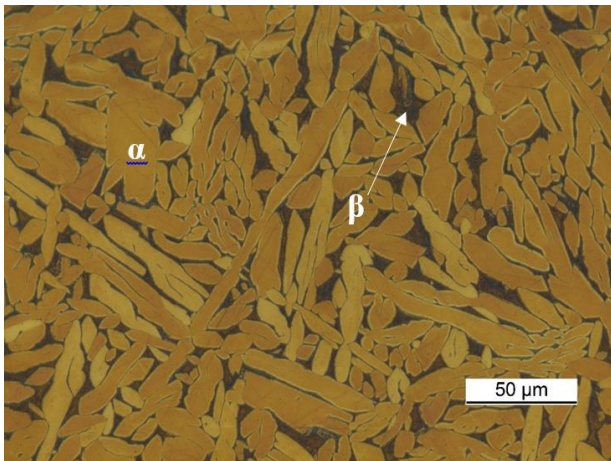


Figure 6. The microstructure of the WAAM sample No 4.

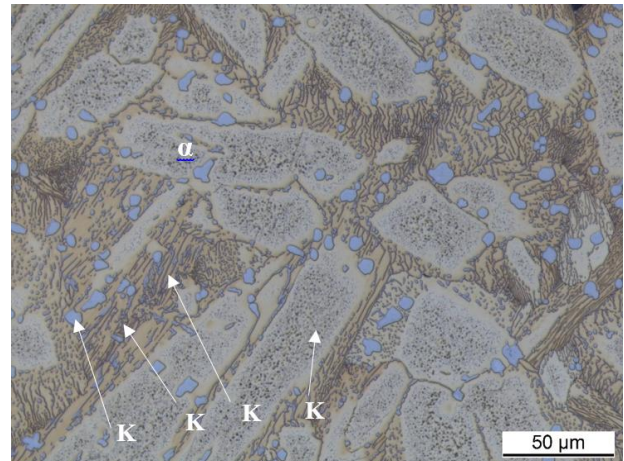


Figure 7. The microstructure of the casted sample.

Before microstructure inspection using optical microscope LEICA – CT R6000, the samples were grinded and polished. Visually, the microstructures of the differently manufactured samples look different. On the casted samples cross-sections there are many κ phases, while there are no κ phases on the WAAM part. One of the reasons could be the difference in iron percentage. Casted part has approximately 5% and in WAAM part there is only 2% Fe. Moreover, κ -phase could appear in dependence on the temperature.

When analyzing β phase, this is more noticeable in WAAM microstructure. The β phase is a high-temperature phase as well. The lattice structure is a body centered cubic structure. When compared to the other phases located in the alloy, β has a higher percentage of aluminum. Nevertheless, nickel and iron are also presenting.

Determined that α face is the main phase, which creates the whole microstructure. The α phase is present in a face-centered cubic lattice and contains the elements such as aluminum, iron as well as manganese, nickel and copper.

In Figure 6, where the WAAM part microstructure is shown, α grain size is smaller than in Figure 7 of casted sample. This fact is a big advantage for WAAM because the whole structure becomes stronger, which leads to better mechanical properties such as tensile strength also elongation, yield and ultimate strengths. Other interesting fact is that the dendrites in WAAM part has anisotropy, which means better sustainability. This is due to α phase, which are majority, and goes to all directions. In addition, the size and lack of α phase on sand casted part creates a weaker structure with worse mechanical properties. This fact was already clear after the tensile testing.

The main problem of sand casted parts is cavity. While the alloy is being melted, invisible oxide skin on top of it is created. After melting, the alloy is being molded. During this process, the oxide mixes up with the whole alloy and creates miniature pores in inside structure. In case of the pore concentration in one certain area, it could be one of the reasons of faster fracture when stress is applied. A lower number of pores and the density of pores make the WAAM technology superior over the casting technology.

The X-ray test is needed to detect efficiently imperfections, such as pores, lack of fusion, cracks, etc. Casted and WAAM manufactured samples were tested under the X-ray Amadeo V-DR mit zwei Detektoren machine. The samples looked almost identical and homogenic. Moreover, the WAAM part does have one pore, which reaches around 1.06 mm in its length, while sand casted part has two detected pores with 2.43 mm and 0.56 mm in lengths. During X-ray testing, it was assumed that casted part has more imperfections in comparison with WAAM part. According to DIN EN ISO 5817 standard [7], part 2011 B, maximum permitted pore length cannot surpass 3 mm. Either casted or WAAM sample does not have any unacceptable imperfections. This analysis has proved that WAAM parts can be as good or even better quality as the casted ones.

5. Conclusions

1. WAAM is technology, which is becoming widely known because of unlimited part size, cheap and widely available equipment, higher production speeds and lower manufacturing costs. This manufacturing process fits the best in order to produce large maritime equipment parts.
2. Before the experiments, it was selected the equipment for WAAM process. Cube and rectangular pyramid shaped samples were designed and programmed using "SKM DCAM" CAM software. Two different materials G3Si1 and $\text{CuAl}_8\text{Ni}_2\text{Fe}_2\text{Mn}_2$ were tested in order to manufacture the designed samples using different technological parameters.
 - Sample No. 1 was made from G3Si1. This test served for testing of robotic systems and programmed, in whole.
 - Samples No 2 and No 3 were manufactured using $\text{CuAl}_8\text{Ni}_2\text{Fe}_2\text{Mn}_2$ wire. This wire was chosen because of its chemical composition available in market, which is closest to the casting alloy's chemical composition. These tests were made in order to optimize the manufacturing process and find the right parameters.
 - Sample No. 4 was manufactured using the same $\text{CuAl}_8\text{Ni}_2\text{Fe}_2\text{Mn}_2$ wire as in previous two tests. Because of previously optimized parameters the shape of the sample was changed for reaching increased complexity and size. This sample was used for the quality control.
3. For casted and additively manufactured samples quality evaluation were compared tensile strength, hardness, microstructure and x-ray tests' results. It was proven that additively manufactured part has a similar or sometimes even better mechanical properties. This means that the quality of WAAM parts in general is competitive to casted part.

LIST OF SOURCES

- [1] Sustainable development goals, 2019 (Access through internet <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/infrastructure-industrialization/>> [Accessed 2019.12.06]).
- [2] Taking part in projects such as RAMSSES and coordinating our network of academic and industrial partners will allow us to bring 3d printing into shipyards for the long term.", 2018 (Access through internet <<https://3dprintingindustry.com/news/naval-group-and-centrale-nantes-use-waam-to-3d-print-the-worlds-first-hollow-propeller-blade-148700/>> [Accessed 2019.10.21])

- [3] Marine Propeller Manufacturing – A New Approach, 2014 (Access through internet <[http://www.ajer.org/papers/v3\(5\)/Y035207211.pdf](http://www.ajer.org/papers/v3(5)/Y035207211.pdf)> [Accessed 2019.10.20])
- [4] Toms Torims, Guntis Pikurs, Andris Ratkus, Andris Logins, Janis Vilcans, Stepan Sklariks "Development of Technological Equipment to Laboratory Test In- Situ Laser Cladding for Marine Engine Crankshaft Renovation". (Access through internet < <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.405>>).
- [5] Jung-Whan, Jung-Geun Lee, Cha-Soo Jun. Near net-shape five-axis face milling of marine propellers. 2009, 5-12p. (Access through internet <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12541-009-0065-5>>).
- [6] David Santos González, Almudena González Álvarez (Fundación Prodintec). Additive Manufacturing Feasibility Study & Technology Demonstration, 2018, 195 p. (Access through internet < https://eda.europa.eu/docs/default-source/projects/eda-am-study-and-strategic-report_v6.pdf>).
- [7] Deutsche norm "DIN EN ISO 5817" (Access through internet <[http://www.neumo-vargus.com.cn/Accounts/Admin/append/DIN%20EN%20ISO%205817%20\(2003\)_20110412032437640.pdf](http://www.neumo-vargus.com.cn/Accounts/Admin/append/DIN%20EN%20ISO%205817%20(2003)_20110412032437640.pdf)>[Accessed 2019.12.10]).

629.5; 629.5.038; 62.835

ВІТРО-ЕНЕРГЕТИЧНЕ СУДНОПЛАВСТВО: РЕАЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ.

Абрамов Олег Миколайович, інженер-кораблебудівник,
Підприємець-винахідник, м. Миколаїв, Україна
abramov@forkis.com.ua

Анотація. Розглянуті проблеми прибережного і річкового судноплавства на базі застосування суден нового типу – вітро-електроходів, які забезпечені комплектом акумуляторних батарей, вітро-генератором, гребним електродвигуном. Судна, рухомі гребними гвинтами від акумуляторних батарей, заряджає акумулятори енергією від бортового вітро-генератора під дією зустрічного вітру, берегових вітро-генераторів або акумуляторних батарей розміщених на пірсе. Таки судна екологічно чисті і високоефективні за рахунок різниці вартості електроенергії, яка виробляється тепловими двигунами і вітро-генераторами, більш, ніж в 4 - 6 разів.

Ключові слова: використання енергії вітру для руху суден; накопичення електроенергії в акумуляторі від вітро-генератора, виключення шкідливих викидів теплових двигунів; скорочення витрат на паливо.

Вступ. Сто років тому в Миколаєві не було академії і університету підготовки фахівців кораблебудування і суднобудування, хоча на верфях міста були дипломовані проєктанти, конструктори, креслярі, які проєктували і конструювали навіть найскладніші кораблі того періоду - лінійні кораблі типу «Імператриця Марія», великою серією високотехнологічні кораблі різного призначення, типу «Ельпідіфор», ескадрені міноносці і навіть підводні човни. У складний для держави і міста період 1917р - 1921р. фахівці втратили хто роботу, а хто і життя. Відновлення промисловості держави зажадало відродження навчальних закладів різних напрямків, в тому числі суднобудівних і машинобудівних спеціальностей. З цією метою і був створений Миколаївський Кораблебудівний Інститут, якому було присвоєно ім'я уродженця м. Миколаєва - флотоводця, кораблебудівника і дослідника морів і океанів Степана Йосиповича Макарова.

Незадовго до цих подій основним матеріалом корпусів суден і кораблів стала сталь, а на зміну вітрильного озброєння для руху суден отримала розвиток суднова енергетика.

Застосування стали в суднобудуванні дало розвиток корабельної архітектури конструкції корпусів суден. Спочатку на додаток, потім в повне заміщення парусного озброєння почали застосовуватися механічні двигуни.

Парова машина Джеймса Уатта. У 1781 році англійський інженер Джеймс Уатт винайшов і створив першу парову машину, здатну виконувати будь-яку роботу. Незабаром парова машина застосовувалася на фабриках і заводах, а на початку XIX століття двигуни системи Уатта були поставлені на перші паровози і пароплави [1].

Перший пароплав. Раніше судна рухалися самосплавом (за течією), з використанням весел, під вітрилами і з застосуванням людьми, або кіньми. Першим на водних шляхах з'явився паровий катамаран англійця Саймінгтона, 1789 г.). У 1807г. американець Роберт Фултон побудував перший пароплав «Клермонт», а в 1809 році запатентував його конструкцію і увійшов в історію як винахідник пароплава [2].

Перший електрохід. Академік Імператорської Санкт-Петербурзької Академії Наук, Моріц Герман фон Якобі, винайшов перший в світі електродвигун з безпосереднім обертанням робочого валу, потужністю близько 15 Вт при частоті обертання ротора 80-120 оборотів в хвилину. Використовуючи такий електродвигун, що живиться від 69 гальванічних елементів Грове і розвиває 1 кінську силу в 1839 р Якобі побудував човен, здатний рухатися з 14 пасажирами по Неві проти течії. Це було перше практичне застосування електродвигуна для руху судна, по суті електроходу [3].

Перший в світі дизель-електрохід. Нафтоналивне судно «Вандал» в 1903 році було спущено на воду, побудований на заводі Сормова в Нижньому Новгороді і оснащений дизель-електричною установкою в 1904 р на заводі Нобеля в Петербурзі (нині «Дизель»). Приблизно в той же час почали будуватися дизель-електричні підводні човни, які в підводному положенні наводилися в рух [4].

Перший теплохід з дизельним двигуном з'явився тільки в 1908 році, коли нарешті було створено реверсний дизельний двигун. Реверс на першому реверсивному дизельному двигуні забезпечувався зубчастою передачею і пневматичною муфтою. Майже одночасно був створений реверсивний дизельний двигун, вал якого міг обертатися в обох напрямках і встановлений на підводному льодку «мінога» [5, 6].

Морські вітро-електроходи. Але з огляду на практично необмежену енергію вітрів Землі, вчені і практики суднобудування і судноплавства продовжують пошуки типів суден, парусного озброєння і інших пристроїв, що дозволяють використовувати енергію вітрів для руху суден або хоча б для економії палива допоміжними двигунами. Так, в Миколаєві в 2014 р. була видана книга «Ветроходы атомного века» Б.С. Крючков, Микитюк В.Е., Подгуренко В.С., Турубара В.В. [7], в якій представлені дані по енергії вітру та її використання для руху суден, механіки парусного судна і інші, важливі для розуміння суті проблем, що стосуються застосування енергії вітру в судноплаванні, зібрані авторами.

Маючи досвід роботи в складі груп головних конструкторів корабля і спеціальних суден, виконував роботи по обґрунтуванню проектних рішень визначають обличчя корабля і суден, аналіз конструкторських документів на стадії будівництва з метою попередження наслідків конструкторських помилок, розрахунки техніко - економічних показників транспортних суден за власною програмою для ЕОМ, займався винахідництвом і раціоналізацією, зокрема став автором винаходу «Корпус корабля», яке було прийнято командуванням і головного управління кораблебудування і покладено в основу проекту авіаносця для наступних стадій проекту та співавтором творчого колективу «Промислового зразка науково-дослідного судна» акустичної спеціалізації, за яким були побудовані два науково дослідних судна показали хороші якості і відслужили науці належні 25 років. Там я отримав досвід розміщення акумуляторних батарей великої потужності і конструював енергетичну вібродемпфувальну кабінку для вироблення і розподілу електроенергії в режимах «тиші» і «абсолютної тиші». Надалі, працюючи оцінювачем суден, зробив ряд винаходів корисних моделей, серед яких вітро-електроходи і способи роботи вітро-енергетичних систем [8-13]. Ці моделі захищені патентами України, але не впроваджені через відсутність коштів у автора і небажання судовласників перейти на новий принцип накопичення енергії на судах з подальшим, коли необхідно, використанням її для руху судна. Вітро-електроходи є екологічно чистими судами, а їх висока економічна ефективність обумовлена низькими, в рази меншими, витратами на отримання кіловат-години електроенергії, в порівнянні з витратами на кіловат-годину дизельного двигуна, в 4-6 разів.

Вітро-електрохід - це не вітрильник в традиційному понятті, але він використовує енергію вітру накопиченням її в акумуляторних батареях судна і пірсу (причалу) від вітро-генераторів, розташованих на судні, на пірсі, на березі в районах стійких вітрів.

Тобто суть винаходу проста: судно рухаючись по курсу до вітру бейдевінд, виробляє енергії більше, ніж на подолання опору повітря зустрічного вітру і в разі потреби накопичує її в акумуляторних батареях або віддає в судову мережу електроенергетичної системи судна, у випадках несприятливих вітрів лопаті фіксуються «по похідному» і судно починає рух за рахунок акумуляторних батарей, по розрядці батарей судно стає на якір і накопичує енергію в батареях, або заряджає батареї від електричної мережі або від акумуляторів, розташованих на причалі. Зарядивши бортові батареї електроенергією, достатньої для переходу до наступного причалу судно починає рух від електроенергії акумуляторів.

Керівник творчого колективу видатний вчений - кораблебудівник Юрій Семенович Крючков, до того ж - ентузіаст вітрильного спорту сформулював на основі ретельних досліджень ряд факторів, якими обумовлено зникнення в ХХ столітті великих комерційних вітрильників. Для обґрунтування реальності створення вітро-електроходів автор справжніх тез проаналізував ці фактори з урахуванням конструктивних його особливостей. Результати аналізу представлені в таблиці.

Про електричному (акумуляторному) річковому, міському і приміському транспорті, я доповідав експертам і нашим громадським кілька разів з 2014 р. Робив це я це з нагоди отримання 5 патентів України на

корисні моделі суден, які працюють як би на прив'язі, тобто недалеко від пірсів, причалів та інших суден поповнюючи акумулятори вітро- електрогенераторів навіть на зустрічних вітрах. Реальної підтримки ні від кого не отримав. Але в період підготовки патентів «накопав» багато цікавого: як показано на початку справжніх тез електричний катер з'явився (при чому в Росії) раніше електромобіля, електромобіль - раніше автомобіля з ДВС, перші рекорди по досягненні швидкості в 100 км / год і дальності проїзду встановлювалися електромобілями, але простота спалювання нафтопродуктів і отримання енергії переважили дорожнечу акумуляторів і нафто-видобувачі «вбили» електромобілі. У 30-ті роки XX століття в Москві робили сміттєвози, машини для комунального господарства і пошти. Але нафти в СРСР багато і в сукупності з простотою спалювання і дорожнечі акумуляторів дизелісти «перемогли» електромобілістів. Уявляєте: в 1838г. винахідник першого електродвигуна Якобі по приїзду в Росію запропонував зробити баркас з електричним ходом, що було зроблено з застосуванням вже існуючих електричних до тих років батарей (НЕ акумуляторів, що з'явилися десь років через 35 -40), які розмістили під рейок і команда з адмірала Крузенштерна, вчених Якобі, Ленца і Остроградського катали на цьому баркасі бажаючих по осінньої Неві близько 2 тижнів, поки батареї не розрядилися повністю.

Дуже засмутився Крузенштерн, який зрозумів, що для потреб флоту через малої місткості та дорожнечі батарей для Флоту застосування таких суден було поки неможливим, про що він і доповів Государю. Але через 40 років з того катання, з появою акумуляторів електроруку різко утвердилося в створенні дизель - електричних підводних човнів - чи не самого грізного зброї Морських держав. У Першу світову їх було по 10 - 20 у кожній, у Другу світову - від 100 до 500, а після війни на доповіді Сталіну морської міністр Н.Г. Кузнецов відстоював необхідність мати 800 ПЛ замість авіаносців. Коли я активно працював над вітро-електроходами, я поліпшив приказку мудреців: «Все геніальне просто, якщо під час». Це час настав вже сьогодні. Прорив Маска Ілона а акумуляторах для автомобілів, які годяться для невеликих суден, аж до річкових трамваїв «Каштан» і ОМ -300. Останній на 5 батареях по 85 кВт-годину. Переходами від порту до порту і заряджаючись в дорозі, при стоянках на якорі і у доках в портах - притулках, могли б ходити з туристами від Миколаєва до Батумі. Річкові поромі - ласі судна для вітро-електроходів. На акумуляторах підводних човнів можуть ходити з Миколаєва до Стамбула судна вантажопідйомністю до 3 тис. тон. Акумуляування електроенергії вітру акумуляторами дуже перспективний напрямок в енергетиці: Маск Ілона за 100 днів побудував і ввів в дію вітроелектричну акумуляторну станцію в Австралії. Провідні морські держави світу будували і комплектували акумуляторними батареями ДЕПЧ сотнями, зараз їх потрібно 10 - 20 на державу: значить є виробничі потужності для створення сотень суден трьох-тисячників і ін. Ці судна в порівнянні з сучасними теплоходами екологічно чисті, комфортні, зручні в будівництві і експлуатації. А теплоходи в порти деяких країн уже не пускають і змушують робити дизель-електроходи, які на перехідних режимах екологічно чистіше. Дуже цікаву тему було докладено міському керівництву, але воно поки йде іншим шляхом: закуповуються дизельні автобуси і далі будуть продовжувати купувати тролейбуси.

Таблиця

№ п/п	Фактор впливу на відмову від вантажних вітрильників	Вплив на вітро-електроходи
1	2	3
1	Несприятливі маршрути, продиктовані вузькою спеціалізацією суден і фрахт, що проходять через великі ділянки океанів і морів з низьким енергетичним рівнем вітру і великий його мінливістю, з також через внутрішні моря, насиченим вузькості, мілинами, зниження середньої швидкості каналами, течіями. Це призводить до зниження середньої (рейсової) швидкості парусника	На вітро-електроходи впливають також, як на звичайні судна традиційних конструкцій. Висновок: не впливають.
2	Несприятливі порти, часто знаходяться у внутрішніх морях, затоках, гирлах річок, на великій відстані від відкритого моря (наприклад, Гамбург - 76 миль від Північного моря, Антверпен - в 48 милях), що вимагало буксирування парусника і викликало великі втрати часу і коштів.	На вітро-електроходи впливають також, як на звичайні судна традиційних конструкцій. Висновок: не впливають.
3	Висока кваліфікація команди (офіцерів і матросів), отже, і більш дороге обслуговування.	Команди (екіпажі) вітро-електроходів такої ж кваліфікації і складу, як на судах традиційних

		конструкцій, з тією лише різницею, що до складу екіпажу додатково включаються вітро-механіки (2-3 чол.). Це не 100 і не 200 матросів, які працюють з вітрилами на реях. Висновок: не впливають.
4	Вертикальна навантаження і вивантаження через люки в палубі, що ускладнювало або унеможливило вантажні операції береговими засобами, а власні вантажні пристрої були малопотужними і обмеженими в радіусі дії в результаті навантаження і вивантаження виявлялися трудомісткими, важкими, дорогими і дуже тривалими операціями.	Всі вантажні операції на вітро-електроході виконуються також, як і на судах традиційних конструкцій та наявність додаткової щогли з одно лопатним вітро-рушієм перед першим трюмом, при чому більш витонченої, ніж колона вантажного пристрою або стріли кранів. Висновок: не впливають.
5	Застосування сипучого (пісок, каміння лом) або водяного баласту, яке призводило до обмеження остійності через малої щільності, а іноді служило причиною аварії внаслідок зсуву баласту при нахилі.	Сучасні матеріали твердого баласту і технологія його укладання дозволяють отримати будь-яку задану щільність і неможливість зміщення (чавунна дріб з цементним розчином). Висновок: не впливають.
6	Відсутність допоміжного двигуна, що позбавляло судно рухливості в безвітряну погоду або в сильний шторм, коли вітрила прибрані; без допоміжного двигуна погіршувалася маневреність судна у вузькостях, його рухливість в умовах навігаційної небезпеки, в гирлах річок, каналах і т.д.; в результаті знижувалася середня рейсова швидкість, і збільшувалася ймовірність аварії (наприклад, вітрильники, що перевозили селітру з Чилі в Європу, ходили в обхід, минаючи мис Горн, тому що не маючи допоміжного двигуна вони не могли користуватися Панамським каналом).	Вітро-електрохід в будь-яку погоду рухливий (і в штиль, і в шторм), в дуже сильний шторм лопаті вітро-генератору кріпляться «по похідному», маневреність вітро-електроходу така ж, як і у судна традиційної конструкції; головне, що б батареї були досить заряджені до підходу до навігаційних небезпек. Вітро-електрохід не матиме обмежень для проходів Панамського та інших каналів. Висновок: не впливають.
7	Відсутність коштів накопичення вітрової енергії при її надлишку і можливості застосування її в разі потреби.	У складі енергетичної установки вітро-електроходу є ємна акумуляторна батарея, яка дозволяє накопичувати електроенергію і використовувати її при необхідності. Висновок: не впливають.
Загальний висновок: жоден з виявлених Ю.С. Крючковим факторів, що вплинули на зникнення великих вітрильників ХХ століття, не зміг би бути перешкодою для створення і широкого застосування вітро-електроходів будь-яких розмірів і будь-яких районів плавання. Наука і практика кораблебудування мали досвід створення і застосування Дизель-електричні підводні човни, оснащені потужними акумуляторними батареями. До кінця ХХ століття і ефективні вітро-генератори теж були створені. Просто не було проектів.		

Висновки. Заключення, що наведені в стовпці 3 таблиці, сформульовані на основі того, що вітро-електрохід ні чим не відрізняється від звичайного судна, крім як на ньому замість дизельного або іншого головного двигуна, розміщений комплект акумуляторних батарей і гребний електродвигун. На верхній палубі розміщені один або більше вітро-генераторів, вибір типу яких буде виконаний при проектуванні реального судна в залежності від розмірів судна і його загального розташування по верхній палубі. Жоден з факторів, сформульованих Ю.С. Крючковим, на вітро-електрохід не впливають. Все реально.

Морехідні якості суден, проекти яких розроблені за правилами будь-якого Класифікаційного товариства, буде досить для безпечного плавання.

Крім факторів, що вплинули на «зникнення» великих вітрильників, Ю.С. Крючков сформулював проблеми, які необхідно вирішити для створення вітрильних транспортних суден (1,2):

- 1) вибрати оптимальні маршрути і порти, оптимальні вантажі, прогресивні методи навантаження і вивантаження;
- 2) розробити найбільш досконалі вітроенергетичні установки;

- 3) вибрати оптимальний архітектурний тип судна;
- 4) вирішити проблеми остійності і безпеки;
- 5) розробити методи накопичення енергії вітру;
- 6) визначити тип і потужність допоміжного двигуна;
- 7) вирішити питання механізації та автоматизації експлуатації;
- 8) розробити засоби управління в портах і вузькостях;
- 9) вибрати засоби навігації;
- 10) використовувати, крім вітру, і інші альтернативні джерела енергії, зокрема сонячну, застосувавши на вітрилах «сонячні батареї»;
- 11) змінити концепцію використання чисто вітрильних суден на користь застосування їх як допоміжних для економії палива в сприятливих умовах.

Аналіз проблем, які необхідно вирішити для створення вітрильних транспортних суден показав, що проблеми 1,3,4,6,7,8,9 або вирішені, або вирішуються в порядку проектування конкретного звичайного транспортного судна з будь якої енергетичною установкою.

Проблема 2 вирішується вченими і інженерами, винаходять і конструюють нові вітроенергетичні установки. Необхідно відстежувати розвиток вітроенергетичних установок і вибирати кращі безпечні та ефективні зразки, купувати їх чи ліцензії для створення власними силами суднобудівних виробництв. В даний час найбільш популярні лопатеві вітро-рушії з горизонтальною віссю обертання, найбільш ефективні і зручні для застосування з них – одно лопатеві, єдина лопать останнього зручно кріпиться «по похідному» в умовах сильного хвилювання і ураганих вітрів.

Проблема 3 вирішується для вітро-електроходів проектантими - кораблебудівниками з використанням кращих і найбільш ефективних новітніх суден, а при застосуванні методу проектування суден на базі вже, що знаходяться в експлуатації дана проблема вже вирішена і в проекті вітро-електроходу необхідно ввести зміни в загальне розташування судна, переобладнання машинного відділення в акумуляторний відсік, розмістити аварійний дизель-генератор і гребний електродвигун. При цьому необхідно прибрати з машинного відділення не потрібні вітро-електроходу системи і механізми, а на верхній палубі розмістити вітро-генератори. Відбудуться зміни і в складі екіпажу: буде менше механіків, але з'являться вітро-електромеханіки, але можна очікувати скорочення екіпажу. На відміну від парусних суден вітро-електроходам не потрібні численні команди для управління вітрилами або механізми приводів всіх «бегущих» снастей і такелаж і автоматики для управління ними. В такому проекті необхідно ввести зміни і в вагове навантаження судна та інші експлуатаційні документи. Далі все буде в волі замовника судна і проектанта. До теперішнього моменту часу Мир накопив досвід створення акумуляторних транспортних засобів від автомобілів до літаків і вертольотів. Вже є діючі зразки літаків і вертольотів, на яких теплові двигуни і паливо для них замінені на акумулятори та електродвигуни.

Проблема 10 вже вирішується на судах за допомогою використання настилів для встановлення сонячних панелей, а рішення проблеми 11 при використанні акумуляторів розглядається як перспективний напрямок для накопичення електроенергії для використання в певний потрібний момент, а не відразу по її отриманню для різних споживачів.

Далі автор робить висновок, що «всі ці проблеми можна вирішити, крім розробки методів накопичення енергії вітру - це найбільша складність, і навряд чи цю проблему вдасться вирішити». Цей висновок помилково, тому що успіхи вчених і інженерів у створенні зручних і безпечних в експлуатації акумуляторів. З року в рік питома маса акумуляторів їх вартість знижуються. Шість років тому, зі стандартною батареєю електромобіля ємністю 85 кВт/годин коштував у фірми «Тесла» \$ 51 тис., а два роки тому коштував ще \$17 тис.

Виконані автором опрацювання та розрахунки техніко-економічних показників транспортних теплоходів і створених на їх базі вітро-електроходів показали, при зростанні будівельної вартості вітро-електроходів більш ніж в два рази, менші наведені витрати і терміни окупності, ніж у базових теплоходів.

На закінчення можна зробити висновок, що з використанням перевірених проектних рішень і освоєних промисловістю зразків техніки є реальна можливість створення екологічно чистого та високоефективного вітроелектричного флоту і відродження суднобудування стане цілком реальним.

Список джерел

- [1] Парова машина Джеймса Уатта. Взято з <http://zablugdeniyam-net.ru/izobreteniya/pervaya-parovaya-mashina-by-la-izobretena-d-uatom/>.
- [2] Перший пароплав. Взято з <http://www.vokrugsveta.ru/quiz/461/>

- [3] Перший електрохід. Взято з https://sinref.ru/000uchebniki/03450morskoedelo/002parohod_bolgarov1958/010.htm
- [4] Перший в світі дизель-електрохід. Взято з https://www.dp.ru/a/2019/05/19/Dizel_Nobel_i_Vandal
- [5] Перший теплохід з дизельним двигуном. Взято з <https://mirnovogo.ru/teploxod/>
- [6] Успенский Л., Антрушин А.(1955). Спутник пятнадцатилетнего капитана. - Ленинград, Государственное Издательство Министерства просвещения РСФСР, 1955. – 65 С.
- [7] Крючков Ю.С., Микитюк В.Е., Подгуренко В.С., Турубара В.В. (2014). Ветроходы атомно- го века. – Николаев, издатель Турубара В.В.
- [8] Абрамов О.М. (2014). Патент України 90200. Київ: Державне патентне відомство України.
- [9] Абрамов О.М. (2014). Патент України 93778. Київ: Державне патентне відомство України.
- [10] Абрамов О.М.(2015). Патент України 97991. Київ: Державне патентне відомство України.
- [11] Абрамов О.М.(2015). Патент України 97992. Київ: Державне патентне відомство України.
- [12] Абрамов О.М.(2015). Патент України 97993. Київ: Державне патентне відомство України.
- [13] Абрамов О.М.(2015). Патент України 97994. Київ: Державне патентне відомство України.

Abramov Oleg Nikolaevich, engineer-shipbuilder,
Entrepreneur-inventor, Mykolayiv, Ukraine
abramov@forkis.com.ua

WIND-ENERGY SHIPPING: REALITY AND PROSPECTS

Abstract. The problems of coastal and river navigation considering on the basis of application the new type vessels - wind-electric ships which are provided with a set of accumulator batteries, a wind-generator and a rowing electric motor are discussed. The ship, which moved by propeller screws from accumulator batteries, charges the batteries with energy from the on-board wind generator under action of headwind, onshore wind generators or batteries placed on the pier. Such ships are environmentally friendly and highly efficient due to the difference in the cost of electricity produced by heat engines and wind turbines, more than 4 - 6 times.

Key words: use of wind energy for ship movement; accumulation of electricity in the battery from the wind generator, exclusion of harmful emissions from heat engines; reduction of fuel costs.

ЗМІСТ

Секція № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

Трохименко Г. Г., Якунькін С. О. Дослідження екологічного стану гідроекосистеми озера Катлабуг з урахуванням впливу природних та антропогенних чинників.	3
Літвак С.М., Літвак О. А. Технічні засоби запобігання забрудненню довкілля при експлуатації суден.	6
Ремешевська І. В., Гурець Н. В., Білопольська Т. О., Худолій О.В. Особливості проведення екологічного моніторингу експлуатаційних днопоглиблювальних робіт операційних акваторій причалів та водних підходів до них на СМП «Ольвія».....	11
Маркіна Л.М., Ушкац С.Ю., Жолобенко Н.Ю. SWOT-аналіз системи поводження з твердими побутовими відходами для міста Миколаєва.	13
Погорєлова О.В., Чуприна А.С. Екологічний облік в системі бухгалтерського обліку на промислових підприємствах.....	16
Баланенко О.Г. Ключові проблеми обліку екологічних витрат підприємства.....	18
Пацурковський П. А., Лейбович Л. І. Вплив накопичування продуктів окиснювання H ₂ S на ефективність очищення повітря від сірководню.	20
Терещенко Л. Н., Хомицкий В. В., Воскобойник В. А., Островерх Б. Н., Ткаченко В.А. Усовершенствование оградительной дамбы морского канала Дунай-Черное море.	23
Воскобойник В.А., Яковлев В.В., Воскобойник О.А., Хомицкий В.В., Воскобойник А.В., Ткаченко В.О. Хвильові навантаження на припливну електростанцію.....	29
Ушкац С.Ю., Маркіна Л.М. Проблеми пожежної безпеки торговельно-розважальних центрів України.	35
Воинов А.П., Коновалов Д.В., Самохвалов В.С., Воинова С.А. К управлению экологической обстановкой на объектах судостроения и морской инфраструктуры.	37

Секція № 7. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

Зайцев В.В., Зайцев Д.В., Зайцев Вал. В. Математическая модель кормового гибкого ограждения с двухъярусным съёмным элементом амфибийного судна на воздушной подушке.	41
Соломенцев О.И. О роли свободных и вынужденных колебаний в опрокидывании корабля. Устойчивость свободных бортовых колебаний и энергетический критерий.	46
Соломенцев О.И. Свободные бортовые колебания корабля первого и второго рода и выбор схемы расчёта вероятности опрокидывания на разных стадиях проектирования.....	54
Соломенцев О.И. О роли свободных и вынужденных колебаний в опрокидывании корабля. Метод В.К. Мельникова и энергетический критерий.....	61
Соломенцев О.И. Об использовании критерия ограничения поперечных ускорений от качки в нормах остойчивости второго поколения для надводных кораблей.	68
Трунин К.С. Математическая модель описания динамики морской привязной системы с учётом влияния изгибной жёсткости гибкой связи на её прогиб и силу растяжения.....	76
Jingxi Zhang, Yiwen Zhang, Deqin Zhu Study on Numerical Simulation of Initial Residual Stress Rules of Typical Welded Joints of Cone-Cylinder Pressure Structure of Deep Water.	84
Suyu Zhang, Kaixiang Sun, Yucheng Sha Numerical simulation of residual stress of the Ti80 butt welded thick plate.	90

Секція № 8. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

Павлов Г.В., Покровський М.В., Вінниченко І.Л. Моделювання роботи послідовно-резонансного перетворювача постійної напруги з число-імпульсним регулюванням.....	96
Бабкін Г.В., Костенко Д.В. Основні завдання створення вітчизняних безекіпажних морських апаратів і систем.....	99
Буссов Д. Є. Генезис засобів бойового управління надводним кораблем.....	103

Fangzheng Xu, Fanlin Yang, Xianhai Bu, Tianyu Yun An automatic calibration technique for multibeam echo sounder.	109
Буруніна Ж.Ю., Трибулькевич В. В. Сучасні задачі автоматизації керування морським робототехнічним комплексом.	114
Грудініна Г.С. Удосконалення системи стабілізації швидкості руху автономного ненаселеного підводного апарата.	117
Алоба Лео Тосин Разработка специализированного моделирующего комплекса для исследования управляемого движения группы АНПА.	121
Сабуцький І.П. Система пожежної безпеки як складова системи комплексної автоматизації судна.	127
Сірівчук А.С. Аналіз роботи системи стабілізації в точці автономного ненаселеного підводного апарата з радіобуєм в режимі траєкторного руху.	130
Войтасик А. М., Криклевенко Д.О. Розробка блока рідинного охолодження для аргондугового зварювального пальника.	133
Зварич М.Т. Морські надводні і підводні безпілотні платформи для роботи на мілководді.	136
Васильєв О.Г. Формування алгоритмів керування маніпуляційного робота на основі концепцій зворотних задач динаміки.	139
Зівенко О. В. Аналіз методики корекції показів хвильовідних рівнемірів для скрапленого вуглеводневого газу.	144
Надточій В.А., Надточій А.В., Мустяца Р.В. Перетворювач сигналів з широтно-імпульсною модуляцією в числову послідовність імпульсів.	148
Герасін О. С., Поворознюк О.С., Топалов А.М., Кіліманов Б.О. Комп'ютерна модель гусеничного мобільного робота для автоматизованого виконання технологічних операцій на корпусі судна.	152

Секція № 9. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОМИСЛОВOSTІ, ОСВІТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ

Приходько С.Б., Кудін О.О. Підвищення достовірності оцінювання трудомісткості робіт за методом PERT на основі двовимірного перетворення Джонсона.	156
Казимиренко Ю.О., Дрозд О. В., Єгольніков О. О., Морозова Г. С. Дослідження процесів експлуатації транспортно-технологічних систем залізничних поромів як складних технічних систем.	161
Ратушняк І. О., Маршак О. І., Дончик Т. О. Науково-технічні та методологічні принципи інформаційної підтримки при підготовці фахових молодших бакалаврів.	163
Божаткін С.М., Гусєва-Божаткіна В.А., Пасюк Б.Б., Фаріонова Т.А. Захист даних корпоративного веб-сайту.	165
Михаліченко П. Є., Латанська Л. А., Дудченко О. М., Родін П.А. Застосування нейронних мереж для розпізнавання образів надводних суден.	168
Гучек П.Й., Литвиненко О.І., Астіоненко І.О., Дудченко О.М., Карпова С.О. Альтернативні моделі скінчено-елементної апроксимації для розрахунку суднових конструкцій.	171
Медведєва В.М., Ємець А.Г., Кіскіна Ю.О. Особливості впровадження дистанційної форми навчання в сучасних умовах.	178
Майданюк П.В. Сучасні завдання управління проектами безпеки об'єктів морської критичної інфраструктури.	180
Матійко О.В., Матійко Н.О. Наукові засади розвитку дизайн менеджменту в Україні.	186
Поткін О.О. Імітаційне моделювання в управлінні суднобудівними кластерними системами.	189
Максимов Ю. С., Поліщук Т. В. Сучасне управління інжиніринговими проектами в суднобудуванні. Контроль та візуалізація.	191
Струкачова Л.М., Новицька О.І., Особливості дизайну електронних книг.	193

Секція № 10. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. Місія морських індустріальних кластерів та професійне забезпечення їх діяльності.	196
Дибач І.Л. Джерела організаційної влади у закладах вищої освіти.	198
Бурунсуз К.С. PEST - аналіз енергетичної галузі України.	200

Руснак А.В., Ломоносов Д.А. Складники організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю підприємств суднобудівної галузі.	203
Надточій І. І., Надточій В. А., Огорь Г. М. Механізм інвестиційного забезпечення проекту транспортної системи на основі безекипажних надводних суден.	205
Hryshyna L., Karas P., Ilnytskyi V. The place and role of maritime transport in the development of the transport sector of the economy of Ukraine in the conditions of European integration.	209
Єфімова Г.В., Пащенко О.В., Клісяк М. Д. Фінансова безпека регіонів України в умовах децентралізації.	211
Filipishyna Liliya, Pavlovskaya Nataliya Benefits and directions of marine economy development in Ukraine	214
Тубальцева Н.П., Трунин К.С., Тубальцев А.М. Чинники розвитку морегосподарського комплексу України.	218
Корнієнко О.П. Вплив цифрових технологій на перспективи розвитку морських торговельних портів.	222
Погорєлова О.В., Левенець В.Г. Грейдова система оплати праці.	225
Прокопович Л.Б. Інтелектуальний аналіз даних та вибір бази розподілу загальновиробничих витрат.	228
Волосюк М.В. Економіка моря в контексті цілей сталого розвитку.	230
Каткова Н. В., Циганова О.С. Елементи системи контролінгу машинобудівного підприємства.	233
Запорожець І.М., Трушлякова А.Б. Проектний офіс в управлінні судноремонтним виробництвом.	236
Канаш О.Є. Вимірювання впливу людського капіталу на результати економічної діяльності підприємства.	239

Секція № 11. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

Бобіна О.В., Вашкевич В. М. Гуманітарна освіта в технічних зов: нові виклики, Україна і НУК.	242
Трибулькевич К.Г. Розвиток мовної освіти у вищих закладах морського профілю у XX- на поч. XXI ст.	244
Гарбар І.В., Гарбар А.І., Петрович Л.І. Особливості інноваційних технологій навчання у закладах вищої освіти.	249
Бойко Л.М. Проблеми онлайн-викладання іноземної мови студентам під час карантину.	251
Гудирева О.М., Савченко А.Г., Таранущенко В.І. Опрацювання похибок навігаційної інформації курсантами-судноводіями.	254
Костирко Т.М., Корольова Т.Д. Бібліометричний аналіз наукових видань, в яких публікуються автори – НПП НУК ім. адм. Макарова (за даними наукометричної бази даних Scopus).	257
Костирко Т.М., Жигалкіна М.С. Бібліометрична оцінка досліджень з напрямку наноструктурування промислових металів і сплавів, напилених покриттів у БД Scopus.	263
Kiselyova T.V., Smuhliakova M.K., Fatieieva V.G. The peculiarities of testing in teaching foreign languages.	269
Без'язика А.О., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Моделювання як метод організації теоретичного знання.	270
Іванов А.В., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Природа і техніка.	273
Канаш О.Є., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Філософські аспекти штучного інтелекту.	275
Козлов А.Ю., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Основні етапи розвитку техніки.	277
Кривошеков В. Е. Рециклінг суден у світовому флоті: інноваційний навчальний курс для морських вузів України.	280
Litvinova M., Shtanko O. The stem concept for shipbuilding university.	283
Недорода В.М., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Філософський аналіз глобальних проблем суспільства.	287
Пасюк Б.Б., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Розвиток інформації та становлення інформаційного суспільства.	289
Стаканов Д.К., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Віртуальна реальність. Діюча загроза чи перспектива?	291
Тубальцева Н.П., Тубальцев А.М. Особливості розвитку андрогогічної освіти в Україні.	294
Євстигнєєв Ю.В., Патлайчук О.В., Ступак О.П. Емпіричне та теоретичне знання в сучасній науці.	297
Матвієнко Л. В. Роль навчальних екскурсій в контексті вивчення курсу «Історія України» у НУК імені адмірала Макарова.	299
Матійко О.В., Данильченко Н. В. Арт-центр «Арго» та естетичне виховання особистості інженера.	301

Секція № 12. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ

Федоренко Т.Н. Электронный правовой документ в механизме правового регулирования.....	305
Дмитриченко І.В. Міжнародна організація рухомого супутникового зв'язку: організаційно-правові засади діяльності.....	308
Джулай Г.Г. До питання правового регулювання дистанційної роботи в Україні.....	312
Ломжець Ю.В., Колесниченко А. Роль принципів унідруа при укладанні міжнародних комерційних контрактів.....	315
Мігай Н.Б. Правові аспекти забезпечення інноваційних процесів в Україні.....	318

Секція № 13. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Харитонов Ю.М., Івашук О. В. Імітаційне моделювання системи безпеки морського порту.....	321
Харитонов Ю.М., Гапіченко М.Є. Формування системи енергетичного менеджменту морського порту.....	324
Харитонов Ю. М., Коваленко І. І., Швед А. В., Афанасьєв О.В. Інформаційне забезпечення вирішення задачі визначення місця розташування «сухого» порту.....	328
Борисов В. Е., Шевцов А. П. Модель аналогии для определения характеристик корабельной энергетической установки при выборе рационального варианта из совокупности альтернативных.....	332
Харитонов Ю.М., Голеншин В.В., Харитонов М.Ю., Подасенко М.Ю. Енергетичні обстеження річкових портів: причальні пристрої електричного живлення.....	337
Казарезов А.Я., Огай С.А., Войлошников М.В., Огай А.С. Расчет скорости движения судна на неустановившейся циркуляции.....	341
Кологривов М.М., Андріанов К. Г. Особливості роботи портових пунктів наливу бензовозів.....	346

Секція № 14. ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ.

Гайдук С. А. Шляхи реформування українських військово-морських сил: зовнішні та внутрішні загрози.....	350
Кучер Д. Б. Перспективи впровадження сучасних радіотехнічних систем в Військово-Морських Силах України.....	353
Яценко О. В. Шляхи підвищення ефективності захисту та використання морських ресурсів України.....	357
Тодоров І.Я. Геополітичний вимір українських морів та річок в контексті російської агресії.....	361
Смагін І.І. Через історію вітчизняного мореплавства і суднобудування до відновлення національної морської ідеї українського суспільства.....	364
Соломенцев О.И. Постановка задачи обоснования состава оперативно-тактического соединения кораблей с учётом использования сменного вооружения.....	367
Соломенцев О.И. Об одном способе анализа тенденций развития надводных кораблей.....	375
Соломенцев О.И. Анализ соотношения между залповой моделью и уравнениями Ланчестера.....	382
Соломенцев О.И. Определение показателя эффективности для соединения кораблей с учётом использования сменного вооружения.....	389
Соколюк С. М., Досвід підводного кораблебудування на теренах України та шляхи його можливого використання для відродження підводних сил ВМС ЗС України в сучасних умовах.....	397
Свиридов В.І., Репін М.А. Суднові нафтовмісні води, як джерело забруднення світового океану.....	401
Rima Mickeviciene, Vestina Masiulyte, Tatjana Paulauskiene, Vytautas Paulauskas WAAM Technology Application To Ship Propeller Production.....	403
Абрамов О. М. Вітро-енергетичне судноплавство: реальність і перспективи.....	408

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XI міжнародна науково-технічна конференція

24-25 вересня 2020 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Героїв України, 9

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Частина 2

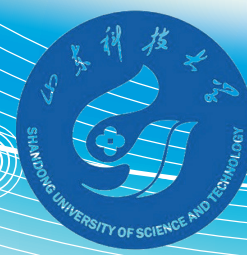
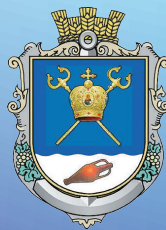
(українською, російською, англійською мовами)

Відповідальний за випуск В. С. Блінцов
Комп'ютерна верстка В. В. Торубара

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк. 47,2. Тираж 100. Зам. № 16-Ц/2020

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
e-mail: publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ОРГАНІЗАТОРИ



**Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова**

**Просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; <http://conference.nuos.edu.ua>
e-mail: conference@nuos.edu.ua**