



International Science Group

ISG-KONF.COM

X

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
"COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES OF
AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES"**

Hamburg, Germany

November 05-08, 2024

ISBN 979-8-89504-798-9

DOI 10.46299/ISG.2024.2.10

COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES OF AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference

Hamburg, Germany
November 05 – 08, 2024

UDC 01.1

The 10th International scientific and practical conference “Computer-integrated technologies of automation of technological processes” (November 05 – 08, 2024) Hamburg, Germany. International Science Group. 2024. 363 p.

ISBN – 979-8-89504-798-9

DOI – 10.46299/ISG.2024.2.10

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna Mykolaivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION		
1.	Фомін В.М., Фоміна І.П. СТІЙКІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД ПІД ДІЄЮ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ	12
ART HISTORY		
2.	Куратова М., Янковська Л.В. УКРАЇНСЬКІ ХУДОЖНИКИ XX СТОЛІТТЯ ЯК ДЖЕРЕЛО НАТХНЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ ГРАФІЧНИХ ДИЗАЙНЕРІВ	15
AVIATION EQUIPMENT		
3.	Sorochkin O., Drol O., Matvieiev Y., Sosulin M., Khuzhniak A. ANALYSIS OF THE GLOBAL MARKET FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) DESIGNED FOR STRIKING GROUND AND AIR TARGETS	21
4.	Zviahintsev D. AEROACOUSTIC CHARACTERISTICS OF A GAS TURBINE ENGINE FAN	24
5.	Куліченко П.П. ВПЛИВ ТОПОЛОГІЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СІТКИ ТА МОДЕЛІ ТУРБУЛЕНТНОСТІ НА ТОЧНІСТЬ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ В ОСЬОВОМУ КОМПРЕСОРІ	31
BIOLOGY		
6.	Guvendiyev V., Hajiyev E., Hajiyeva S. BIOCHEMICAL STUDY OF MEDICAGO SPECIES COLLECTED FROM VARIOUS CONDITIONS IN ENVIRONMENTAL AZERBAIJAN	37
7.	Орлова І.В. ВИЗНАЧЕННЯ ПОШИРЕННЯ ФІТНЕС-АЕРОБІКИ СЕРЕД ДІВЧАТ СТАРШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ	40
COMPUTER SCIENCE		
8.	Fan Chen GRAPH NEURAL NETWORKS FOR PREDICTIVE MAINTENANCE IN MANUFACTURING: A FRAMEWORK FOR EARLY FAILURE DETECTION	43

9.	Shelest V., Yakovleva O. RESEARCH ON SELECTING WEB APPLICATION ARCHITECTURE BASED ON THE ANALYSIS OF APPLIED REQUIREMENTS	46
10.	Xinlei Liao TFT-TRANSFORMER: AN ADVANCED TEMPORAL FUSION TRANSFORMER MODEL FOR DEMAND FORECASTING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	55
11.	Xinlei Liao N-BEATS: A NEURAL BASIS EXPANSION ANALYSIS MODEL FOR ENHANCED DEMAND FORECASTING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	59
12.	You Yang INFORMER: LONG-SEQUENCE TIME-SERIES FORECASTING FOR INVENTORY DEMAND IN HEALTHCARE	63
13.	Маханьов Р.О., Кобилін О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТАДАНИХ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	67
14.	Расцький Є.Д. ВИКОРИСТАННЯ ПРОТОКОЛУ BLE ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ПОТОКОВИХ ДАНИХ В ІОТ МЕРЕЖАХ	75
DEVICES		
15.	Тимофеева Л.А., Роценко О.В., Сергеев О.В. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ КАЛІБРУВАННІ ЗВТ	79
ECONOMY		
16.	Babaian A. INVESTMENT STRATEGIES IN EMERGING MARKETS	82
17.	Lutsenko V. AUTOMATION BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITAL BANKING: ENHANCING EFFICIENCY AND SECURITY IN UKRAINE'S FINANCIAL SECTOR	85

18.	Колодійчук А.В., Важинський Ф.А. ОСОБЛИВОСТІ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	89
19.	Кулініч Т., Тимчина Ю. СТРАТЕГІЧНА ГНУЧКІСТЬ ТА РИЗИКИ	98
20.	Піменов С.А. ПОТЕНЦІЙНІ ЗАГРОЗИ AGI В КОНТЕКСТІ ГІПЕРБОЛІЧНОГО ДИСКОНТУВАННЯ В ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ	101
ELECTRONICS		
21.	Gafarov G. ANALYSIS OF DC-DC POWER REGULATORS FOR SWITCHING POWER SUPPLIES	105
ENERGY		
22.	Макаров В.М., Перов М.О. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИХОДУ ГОТОВОЇ ВУГІЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ	112
GEOLOGY		
23.	Ішков В.В., Дрешпак О.С., Козар М.А., Березняк О.О., Чечель П.О. СТАТИСТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК МІЖ ВМІСТАМИ СВИНЦЮ ТА ЗОЛЬНІСТЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С5 ШАХТИ "ПАВЛОГРАДСЬКА" (УКРАЇНА)	116
JURISPRUDENCE		
24.	Diorditsa I. PROSPECTS FOR IMPLEMENTING ANTI-CORRUPTION EVALUATION BY LOCAL SELF-GOVERNMENT BODIES	155
25.	Бірюков Р.М. ДОКУМЕНТ СКАЛЬФАРО ТА ЙОГО РОЛЬ В РОЗРОБЦІ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ ЄВРОПОЛУ	159
LINGUISTICS		
26.	Бугайчук О.В. ОСОБЛИВОСТІ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ У ВІЙСЬКОВО-ПРОФЕСІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	163

27.	Веселовська А.В. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ BYOD НА ФОРМУВАННЯ МОВЛЕННЄВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ	167
LITERARY STUDIES		
28.	Kolesnyk A. NATURALISM IN CHANGING VIEWS ON UKRAINIAN LITERATURE	175
MANAGEMENT, MARKETING		
29.	Бреус С.В., Гулак О.О. МАРКЕТИНГ-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ: РАКУРС НА ВИБІР ТА РЕАЛІЗАЦІЮ СТРАТЕГІЇ	177
30.	Гвоздь М., Морозов М. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ	182
31.	Гвоздь М., Остащук Р., Олинець А. КЛЮЧОВА РОЛЬ ІННОВАЦІЙ ТА СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ	185
32.	Павельська О.В. ВПЛИВ ЛОЯЛЬНОСТІ СПОЖИВАЧІВ НА УСПІШНІСТЬ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	188
MEDICINE		
33.	Aliev R., Shapovalova A., Kovalenko P., Obrezha A. IMMUNOLOGICAL PARAMETERS IN DIFFERENT CLINICAL TYPES OF HEPATITIS C	191
34.	Алієв Р.Б., Абуватфа С., Хомченко М.Д. ПОШИРЕНІСТЬ ГЕПАТИТУ В НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	194
35.	Алієв Р.Б., Шаповалова А.С., Русин М.Й. ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ САЛЬМОНЕЛЬОЗУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	197

36.	Алієв Р.Б., Шаповалова А.С., Єршова О.М. ПРОБЛЕМА НЕДОТРИМАННЯ ЕПІДЕМІЧНИХ НОРМ У ВІДДІЛЕННЯХ ІНТЕНСИВНОЇ ТЕРАПІЇ ЗА ДАНИМИ ЛІТЕРАТУРНОГО ОГЛЯДУ	199
37.	Данько Ю.С., Ширяєва Л.Г. ЕКГ ДІАГНОСТИКА ОМІ/НОМІ	202
38.	Делятин О. ОГЛЯД ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМИ НАУКА СТАРІННЯ ВІД ALLERGAN ТА ПОГЛЯД НА МАЙБУТНЄ ЕСТЕТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ В УКРАЇНІ	205
39.	Дорошенко О.В., Сидоров Д.Ю., Пожар В.Й., Іманова Н.І. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ	208
40.	Заградська О.Л., Антощук М.М. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОНСИСТЕНЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОЇ ЛИТТЄВОЇ ПЛАСТМАСИ ДЛЯ БАЗИСІВ ЗУБНИХ ПОРТЕЗІВ	210
41.	Міхєєв А.О. ЕПІЗООТИЧНІ РИЗИКИ В УКРАЇНІ ЗА УМОВ ВІЙНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	212
PEDAGOGY		
42.	Grigorovich O., Ivashura A. SOBRE EJERCICIOS SITUACIONALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA COMUNICATIVA DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO EN EL PROCESO DE LA ENSEÑANZA DE ELE	218
43.	Grigorovich O., Grishenkova Y. SOBRE EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN EN EL PROCESO DE FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA COMUNICATIVA	221
44.	Адеєва О.В., Соколов В.І., Єфімов Г.О., Чебан В.Ф. РУХОВА АКТИВНІСТЬ СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ЯК СОЦІАЛЬНО- ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА	224

45.	Ковтун І.В. ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ ЯК ВАЖЛИВИЙ КОМПОНЕНТ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ФАХОВОЇ ОСВІТИ	229
46.	Костак К.І., Алмашій Е.В. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДУ ПРОЄКТУВАННЯ НА УРОКАХ ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ "Я ДОСЛІДЖУЮ СВІТ" У 4 КЛАСІ	232
47.	Кравченко А.В., Рассказова О.І. ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕЧНИХ МОДЕЛЕЙ СТАТЕВОЇ ПОВЕДІНКИ ЧОЛОВІЧОЇ МОЛОДІ У ЦЕНТРАХ ДЕННОГО ПЕРЕБУВАННЯ	236
48.	Тищенко Т.І. ВИКОРИСТАННЯ "КАЗУСНОЇ" НОМІНАЦІЇ УРБАНОНІМІВ УМАНІ НА ЗАНЯТТЯХ З УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ В МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ	240
49.	Товстенко Л.І. ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ НОРМ НА ЗАНЯТТЯХ З УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ В ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ОСВІТИ	244
50.	Хижняк І.А. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ДОШОК НА УРОКАХ ЛІТЕРАТУРИ В ШКОЛІ	248
51.	Шевчук Я.М. ІНТЕРАКЦІЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ В МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ	254
PHILOLOGY		
52.	Дяченко А.С. ТВОРИ А. САПКОВСЬКОГО: ІСТОРІЯ ЧИ ФЕНТЕЗІ?	257
PHILOSOPHY		
53.	Melnykova O. ALGORITHMIC BIAS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	262
PSYCHOLOGY		
54.	Кошіль О.П., Мещерякова М.П. ЕТИЧНІ АСПЕКТИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЙ ЦИФРОВОГО СУСПІЛЬСТВА	265

PUBLIC ADMINISTRATION		
55.	Trokhanovskyi V. EFFECTIVENESS OF THE INTERNAL AUDIT PROCEDURE IN THE SYSTEM OF MANAGEMENT ACCOUNTING OF GRANT ACTIVITIES OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	267
SHIPBUILDING		
56.	Грудініна Г., Бурунін А. АНАЛІЗ РОБОТИ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА У ЯКОСТІ АВТОРУЛЬОВОГО ШВИДКІСНОГО КАТЕРУ	272
TECHNICAL SCIENCES		
57.	Dolgova N., Chen Zhaoxian ARCHITECTURE OF ENTERPRISE SECURITY NETWORKS BASED ON SDN	277
58.	Mahmudova Z. AUTOMATION OF THE THERMOCRACKING PROCESS AND CONTROL SYSTEM ISSUES	283
59.	Mengjing Wang, Canrong Chen ECONNET-OPTIMIZED: A FINANCIAL MARKET PREDICTION NETWORK BASED ON DYNAMIC RESIDUAL MODULES AND ADAPTIVE MULTI-HEAD ATTENTION MECHANISMS	287
60.	Moistsrapishvili K. DEPENDENCE OF THE SIZE OF THE VISIBLE PART OF THE OPPONENT'S GOAL OPENING AREA ON THE ANGLE OF THE STRIKER'S ATTACK IN FOOTBALL	293
61.	Salman R.O., Ляшенко Г.Т., Кашкевич С.О., Шапошнікова О.П., Шишацький А.В. МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ БАГАТОВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЕВРИСТИЧНОГО АЛГОРИТМУ	296
62.	Semykras A., Buts Y. SAFETY MEASURES IN RAILWAY TRANSPORT IN THE OPERATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS	306
63.	Xinlei Liao RESEARCH ON WILDTRACKNET: IMPLEMENTING COMPUTER VISION FOR WILDLIFE MONITORING AND CONSERVATION	309

64.	Xinlei Liao RESEARCH ON MINDASSIST: IMPLEMENTING NATURAL LANGUAGE PROCESSING FOR MENTAL HEALTH ASSESSMENT AND SUPPORT	314
65.	You Yang MED-VITAE: VISION TRANSFORMER WITH ATTENTION-ENHANCED LAYERS FOR BRAIN TUMOR SEGMENTATION IN MRI IMAGING	319
66.	Zenkin M., Shymko B. DEVELOPMENT OF A CALCULATION MODEL OF THE MECHANICAL DRIVE OF A ROLL-TYPE PRINTING MACHINE	323
67.	Zenkin M., Shvedchenko O. ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE MECHANICAL DRIVE OF THE ROLL-TYPE PRINTING MACHINE, THE MAIN REASONS FOR THE FAILURE OF THE DRIVE	327
68.	Zhiguts Y., Mamalyga M. COMBINED STRENGTHENING PROCESSING OF MATERIAL SURFACES	333
69.	Корчак М.М. ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РОЗПУШУВАННЯ ҐРУНТУ	336
70.	Крупа Д.В. ОГЛЯД ПРОАКТИВНОГО ПІДХОДУ ДО ТЕСТУВАННЯ СУМІСНОСТІ КОМПОНЕНТ У СТРУКТУРІ DEVOPS ПРОЦЕСІВ	341
71.	Остапенко Д.С., Коваленко А.І. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ З ПРОДАЖУ ТОВАРІВ ОБМЕЖЕНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	343
72.	Сергеев О.В., Роценко О.В., Тимофеева Л.А. ТВЕРДОМІРИ БРИНЕЛЛЯ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ПРОРИВ У ВИМІРЮВАННІ ТВЕРДОСТІ	350
73.	Сирватка М.Ю., Вовк О.Б. ВИКОРИСТАННЯ АНСАМБЛЕВИХ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ НУМІЗМАТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	353

74.	Шиманський В.М., Сердюк А.О. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЛЮДЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ В ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ	358
-----	--	-----

АНАЛІЗ РОБОТИ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА У ЯКОСТІ АВТОРУЛЬОВОГО ШВИДКІСНОГО КАТЕРУ

Грудініна Ганна,

к.т.н., доцентка кафедри

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Бурунін Андрій

аспірант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В роботі представлено дослідження якості керування авторульового на базі нечіткого регулятора для класу малорозмірних швидкісних суден. Дослідження проводилось шляхом математичного моделювання динаміки судна в умовах вітро-хвильового впливу [1]. Проведено порівняння роботи нечіткого регулятора з ПД регулятором за декількома параметрами. Для дослідження обрано два малорозмірних судна, параметри яких представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.
Параметри суден

Параметри суден, що моделюються:	High speed boat 1	High speed boat 2
тип	швидкісний катер 1	швидкісний катер 2
водотонажність, т.	14.5	34.3
потужність двигунів, кВт.	2x800	2x710
швидкість, вуз.	37	35
довжина, м.	15	19.8
ширина, м.	3.7	4.6
осадка носа (draft forward)	0,45	1.0
осадка корми (draft after)	0,7	1.1
дві водоструйні машини	+	+

З метою отримання повної інформації про роботу регулятора розроблено сценарії експериментів (9 шт.), що включають різні поєднання впливу вітру та хвилювання на динаміку судна. Для дослідження обрано три основні напрямки впливу вітру та хвилювання: в ніс (0 град); боковий (90 град) вплив; кормовий (180 град), що поєднуються у різних комбінаціях.

Результатом моделювання руху судна за заданих вітро-хвильових умов є графіки курсу судна, реальної перекладки керма та сигналу керування, що надходить від авторульового (бажана перекладка керма). На рисунку 1 представлено курс (град.) та перекладку керма (град.) швидкісного катеру 1 керованого ПД регулятором, що рухався в наступних умовах:

- вітер: швидкість – 10 м/с; напрямок 0°;
- хвилювання: висота 1м.; напрямок 90°.

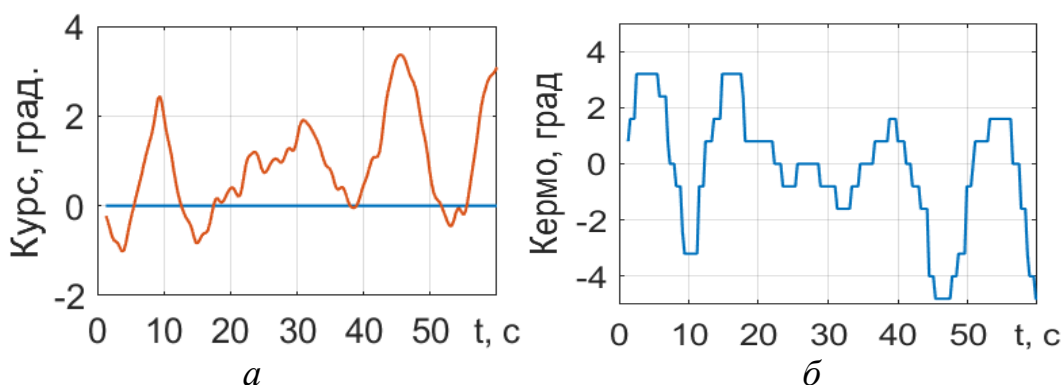


Рисунок 1. Моделювання руху швидкісного катеру 1:
a – курс; *б* – перекидка керма (ПД регулятор)

На рисунку 2, представлено курс (град.) та перекидку керма (град.) швидкісного катеру 1 керованого нечітким регулятором, що рухався в таких же умовах.

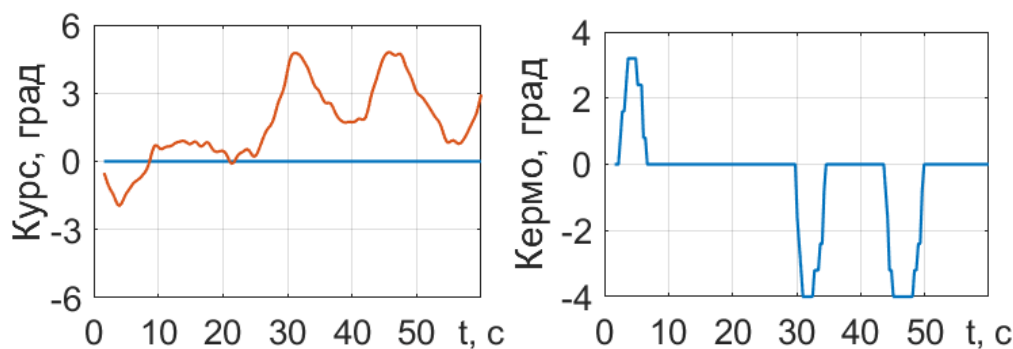


Рисунок 2. Моделювання руху швидкісного катеру 1:
a – курс; *б* – перекидка керма (нечіткий регулятор)

Для обробки отриманих даних використано авторський додаток, розроблений в програмному комплексі Matlab [2]. Якість роботи регуляторів оцінювалась за наступними параметрами: кількість перекидок керма за хвилину моделювання; максимальне відхилення від курсу; математичне очікування курсу; дисперсія. Аналіз результатів моделювання показаних на рис. 1-2, представлено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати моделювання руху швидкісного катеру 1

Тип регулятора	Вітер		Хвилювання		Кіл-ть перекидок керма (за хв. мод.)	Макс. відхил. від курсу	Мат. очік., град.	Дисп., град.
	шв., м/с.	напр., град.	висота хв., м.	напр., град.				
ПД	10	0	1	90	40	3.362	0.88	1.164
fuzzy	10	0	1	90	23	4.806	1.627	2.928

Так, як регулятор пропонується застосовувати для класу малорозмірних суден, тому дослідження проводилось для двох суден з різними параметрами

одного класу. На рисунку 3 представлено курс (град.) та перекладку керма (град.) швидкісного катеру 2 керованого ПІД регулятором.

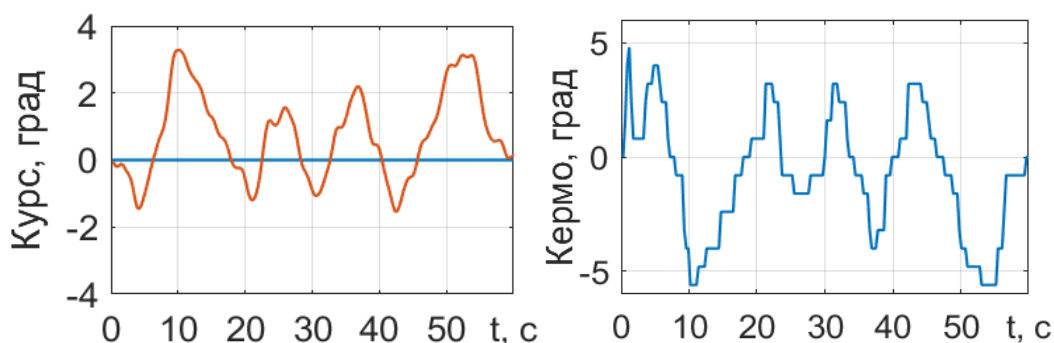


Рисунок 3. Моделювання руху швидкісного катеру 2:
а – курс; б – перекладка керма (ПІД регулятор)

На рисунку 4 представлено курс (град.) та перекладку керма (град.) швидкісного катеру 2 керованого нечітким регулятором.

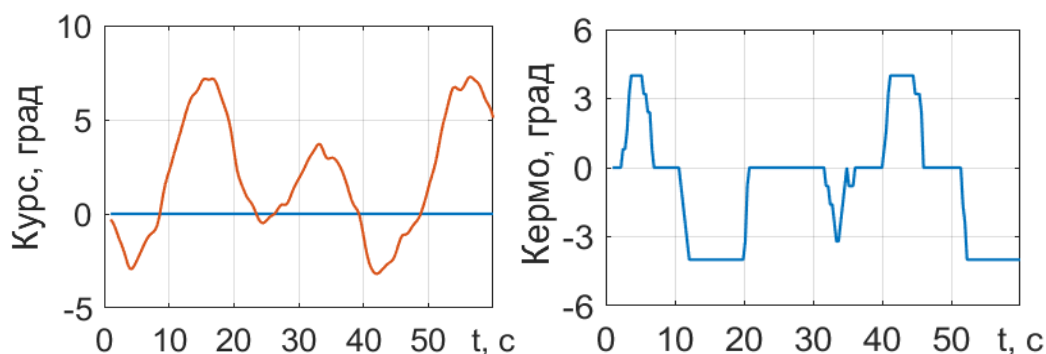


Рисунок 4. Моделювання руху швидкісного катеру 2:
а – курс; б – перекладка керма (нечіткий регулятор)

Аналіз результатів моделювання показаних на рис. 3-4, представлено в таблиці 3.

Таблиця 3.

Результати моделювання руху швидкісного катеру 2

Тип регулятора	Вітер		Хвилювання		Кіл-ть перекладок керма (за хв. мод.)	Макс. відхил. від курсу	Мат. очік.	Дисп.
	шв., м/с.	напр., град.	висота хв., м.	напр., град.				
ПІД	10	0	1	90	57	3.276	0.718	1.658
fuzzy	10	0	1	90	36	7.282	1.929	10.091

Як видно з отриманих результатів налаштування нечіткого регулятора дозволяє значно зменшити кількість перекладок керма без значної втрати точності керування. Оптимізація роботи регулятора за кількістю перекладок керма дозволить підвищити енергоефективність авторульового в цілому. Як відомо, останнім часом, набувають поширеного застосування малорозмірні

швидкісні катери з електродвигуном у якості рушійного пристрою. Питання енергоефективності є дуже актуальним при використанні акумуляторної батареї. Електрокатери, призначені для використання на коротких дистанціях, часто в місцях, де потрібна висока маневреність, низький рівень шуму та мінімальний вплив на навколишнє середовище. Електродвигуни на таких катерах мають кілька переваг, включно з екологічністю та низьким рівнем вібрації та шуму, що важливо для рекреаційних зон, озер і річок [3-5]. Технологія малорозмірних електрокатерів продовжує розвиватися, і в міру покращення батареї і зменшення її вартості такі судна стають дедалі доступнішими та популярнішими.

Очевидно, що для виконання різного роду завдань, необхідні різні умови оптимізації параметрів роботи авторульового. Дане завдання вимагає створення бази даних, яка у зручній формі буде відображати ефективність регулювання за різних умов зовнішнього впливу.

За результатами дев'яти експериментів, в яких поєднуються три напрямки зовнішнього впливу від двох джерел, отримано набір даних, що у векторній формі описують кожен з обраних показників якості роботи регуляторів, таблиці 4-5, рис. 5.

Таблиця 4.

Кількість переключень керма катер 1 з fuzzy-регулятором

Вітер/Хвилювання	0	90	180
0	0	23	31
90	41	35	27
180	0	32	29

Таблиця 5.

Кількість переключень керма катер 2 з fuzzy-регулятором

Вітер/Хвилювання	0	90	180
0	2	36	42
90	67	45	50
180	8	43	47

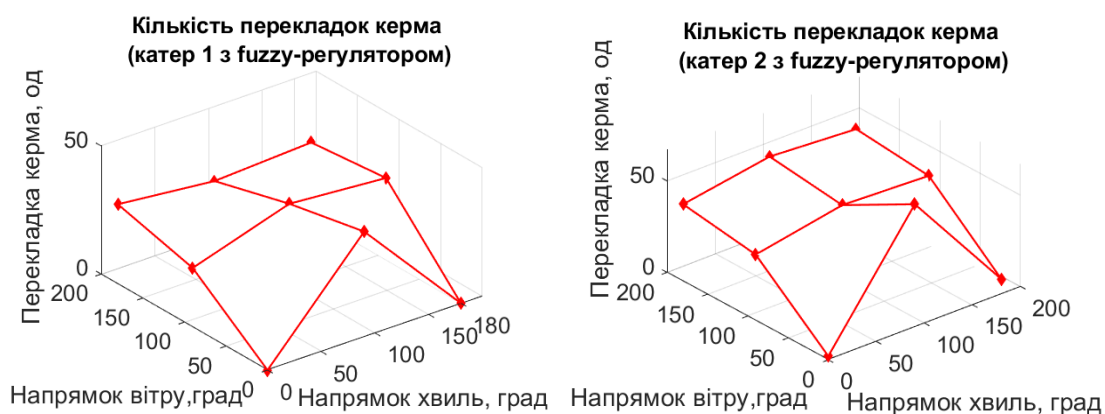


Рисунок 5. Порівняння кількості переключень керма при роботі нечіткого регулятора в умовах зовнішнього впливу

Різниця у значенні параметру керування пояснюється різними параметрами суден, що керувались. Нечіткий регулятор налаштований реагувати на відхилення від заданого курсу більш ніж на 1,5 градуси, з метою зменшення кількості перекладок керма.

Висновки. Аналіз роботи регуляторів за кількістю перекладок керма вказує, що нечіткий регулятор виконує менше ітерацій регулювання ніж ППД регулятор за однакових умов моделювання.

Менша кількість перекладок підвищує енергоефективність судна.

До недоліків ППД регулятора слід віднести наявність сталої похибки керування, зменшення якої призводить до збільшення перекладок керма.

Перевагою ППД регулятора є універсальність, простота налаштування.

Список літератури

1. Бурунін, А.П., Грудініна Г.С. (2024). Оптимізація параметрів налаштування авторульового пристрою безкіпажного катера з застосуванням методів математичного моделювання. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XV Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2024. – С. 968-971. ISBN 978-966-321-473-3
2. Бурунін, А.П., Грудініна, Г.С. (2024). Застосування методів математичного моделювання для оптимізації параметрів налаштування авторульового. *Кораблебудування та морська інфраструктура*. НУК, № 2 (21) / 2024. ISSN 2409-3858 (Print), ISSN 2519-1845 (Online)
3. *Електричне водне таксі на підводних крилах підкорює Францію – Т4*. (2024, Вересень 21). <https://t4.com.ua/trans/elektrychne-vodne-taksi-na-pidvodnyh-krylah-pidkoryuye-francziyu-video/>
4. *Duffy Electric Boats—Sales, Rentals, & Service*. (2024). Duffy Electric Boats. Вилучено 02, Листопад 2024, із <https://www.duffyboats.com/>
5. *Vision Electric Boats | Electric Boats for Every Need*. (2024). Vision Electric Boats. Вилучено 02, Листопад 2024, із <https://visionelectricboats.com/>