

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук і управління проектами

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему **«Системно-аналітичне дослідження вантажних операцій
на припортовій залізниці»**

Виконала: студентка 6 курсу, групи 6145 юмз
спеціальності

124 – системний аналіз

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Казимиренко Ю. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Міхелєв І. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент Коваль С. С.

(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 2020 р.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Інститут, факультет ІНІ комп'ютерних наук і управління проєктами
Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень другий (ступінь магістра)
Спеціальність 124 – системний аналіз

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
к.т.н., доцент Михелєв І. Л.

" ____ " _____ 2020р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Казимиренко Юлії Олексіївни

1. Тема роботи «Системно-аналітичне дослідження вантажних операцій на припортовій залізниці»
керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент Михелєв І. Л., затверджені наказом вищого навчального закладу від 19.11.2020 р. №1137-уч
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи літературні джерела, інструкції та методики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Проблемні питання системної організації вантажних операцій на припортовій залізниці.
2. Науково-практичні принципи функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць
3. Розробка і реалізація інформаційної системи для управління вантажними операціями на припортових залізницях
4. Техніко-економічні показники впровадження інформаційного забезпечення на припортовій залізниці
5. Охорона праці 6. Охорона навколишнього середовища. Висновки. Список використаних джерел. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) припортова залізниця: аналіз шляхів вирішення проблемних питань; концепція синергетичного підходу; принципи синергетичності ТТС; аналіз організаційних, економічних і експлуатаційних факторів; фізична модель бази даних; діалогове вікно користувача; діалогове вікно інформаційної системи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Міхелєв І. Л.		
2	доцент Міхелєв І. Л.		
3	доцент Міхелєв І. Л.		
4	доцент Міхелєв І. Л.		
5	доцент Міхелєв І. Л.		
6	доцент Міхелєв І. Л.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Проблемні питання системної організації вантажних операцій на припортовій залізниці		
2	Науково-практичні принципи функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць		
3	Проектування інформаційної системи		
4	Розробка програмного забезпечення		
5	Розробка робочої документації		
6	Техніко-економічне обґрунтування економічної ефективності		
7	Розробка заходів щодо охорони праці		
8	Розробка заходів щодо захисту навколишнього середовища		
9	Підготовка презентації та доповіді		
10	Оформлення пояснювальної записки		
11	Попередній захист		
12	Нормоконтроль, рецензування		
13	Занесення диплома в електронний архів		
14	Допуск до захисту		

Магістрант _____ Казимиренко Ю. О.

Керівник роботи _____ к.т.н. доцент Міхелєв І. Л.

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота «Системно-аналітичне дослідження вантажних операцій на припортовій залізниці» за спеціальністю 124 – системний аналіз.

Робота присвячена вирішенню важливого **науково-прикладного завдання** управління вантажними операціями на припортових залізницях на підставі нового системно-аналітичного підходу з розробкою нового інформаційного забезпечення.

Мета роботи – за допомогою методів системного аналізу дослідити процеси функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць і розробити інформаційне забезпечення завантаження суден.

Наукова новизна виконаних досліджень полягати у наступному:

- вперше для припортових залізниць застосовано синергетичний підхід до організації вантажних операцій, за допомогою якого визначено організаційні, економічні та експлуатаційні складові функціонування транспортно-технологічних систем як складних технічних систем
- удосконалено підхід до управління вантажними операціями на припортових залізницях, який за рахунок розробки нової інформаційної системи дає змогу формувати завантаженість суден за принципами ефективного розміщення вантажів та скорочення терміну простою транспорту.

Практичне значення роботи полягатиме у ситуаційному аналізі організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення та розробці програми заходів щодо їх усунення. Результати роботи можуть бути застосовані у сучасній практиці стивідорних та логістичних компаній.

Методи досліджень: синергетичний підхід, теорія складних систем, графічний метод інтерпретації причинно-наслідкових зав'язків, метод аналізу ієрархій, технології проєктування баз даних.

Апробація роботи: результати були представлені на трьох Міжнародних науково-технічних конференціях і викладені у науковій статті.

Робота написана на 119 сторінках машинописного тексту, містить 22 рисунка, 23 таблиці, 1 додаток і список використаних джерел з 31 найменування.

Ключові слова: транспортно-технологічні системи, складні технічні системи, інформаційна система, системно-аналітичне дослідження, синергетичний підхід, припортова залізниця, вантажні операції.

ABSTRACT

The master's work «System and analytical investigation of freight operations on the port railway» in the specialty 124 – systems analysis.

The work is devoted to solving an important ***scientific and applied problem*** of freight operations management on port railways on the basis of a new system-analytical approach with the development of new software.

The purpose of the work is to use the methods of system analysis to investigate the processes of functioning of transport and technological systems of port railways and to develop software for loading ships.

The scientific novelty of the performed research is as follows:

- the synergetic approach to the organization of freight operations has been applied for the first time for port railways, which identified the organizational, economic and operational components of the functioning of transport and technological systems as complex technical systems
- the approach to the management of freight operations on port railways has been improved, which through the development of a new information system allows to form the load of ships on the principles of efficient placement of goods and downtime reduce.

The practical significance of the work is in the situational analysis of organizational and technical solutions for information support and the development of a program of measures to eliminate them. The results of the work can be applied in the modern practice of stevedoring and logistics companies.

Research methods: synergetic approach, theory of complex systems, graphical method of interpretation of causal relationships, method of analysis of hierarchies, database design technologies.

Approbation of the work: the results were presented at three International scientific and technical conferences and presented in a scientific article.

The work is written on 119 pages of typewritten text, contains 22 figures, 23 tables, 1 appendix and a list of used sources of 31 names.

Key words: transport and technological systems, complex technical systems, information system, system and analytical research, synergetic approach, port railway, freight operations.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 Проблемні питання системної організації вантажних операцій на припортовій залізниці	14
1.1 Характеристика транспортно-технологічних систем припортових залізниць як складних технічних систем	15
1.2 Мета і методи системно-аналітичного дослідження транспортних підприємств	20
1.3 Огляд сучасних програмних засобів для роботи з вантажними операціями та обслуговування припортових залізниць	28
1.4 Аналіз невирішених питань та постановка завдань досліджень	36
2 Науково-практичні принципи функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць	39
2.1 Синергетичний підхід до організації вантажних операцій на припортових залізницях	40
2.2 Аналіз організаційних, економічних та експлуатаційних факторів функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць	44
2.3 Прогноз розвитку ситуації мінімізації експлуатаційних витрат	47
2.4 Висновки до розділу 2	51
3 Розробка і реалізація інформаційної системи для управління вантажними операціями на припортових залізницях	53
3.1 Теоретичні і практичні передумови складання вантажного плану	54
3.2 Математична модель вантажного плану судна	58
3.3 Проектування інформаційної системи управління вантажними роботами	64
3.4 Приклади реалізації інформаційної системи	66

3.5 Висновки до розділу 3	67
4 Техніко-економічні показники впровадження інформаційного забезпечення на припортовій залізниці	70
5 Охорона праці на робочому місці системного аналітика припортовій залізниці	77
6 Охорона навколишнього середовища на припортовій залізниці	84
Висновки	89
Використані джерела інформації	93
ДОДАТКИ	97

					ДР.122.6145юмз.07.00.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
					ВСТУП	Літ.	Аркуш	Аркушів
Студент	Казимиренко Ю						9	
Керівник	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова		
Консультант								
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.							

ВСТУП

Актуальність теми. Припортова залізниця являє собою важливий стратегічний об'єкт інфраструктури, на якому зосереджені транспортні термінали, засоби, підприємства, складські приміщення, причали, автомобільні та залізничні під'їзні шляхи тощо. Успішна експлуатація транспортно-технологічної системи припортових залізниць вимагатиме координацію служб залізниці і порту з єдиним інформаційним простором. Крім того, підвищення ефективності вантажних операцій на припортовій залізниці безпосередньо пов'язано з розвитком системних підходів до вирішення організаційних, економічних та експлуатаційних заходів, що вимагатиме постановки системно-аналітичного дослідження, що обумовлює вибір тематики роботи.

Робота присвячена вирішенню важливого **науково-прикладного завдання** управління вантажними операціями на припортових залізницях на підставі нового системно-аналітичного підходу з розробкою нового інформаційного забезпечення.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування транспортно-технологічної системи припортової залізниці та інформаційного взаємозв'язку при виконанні вантажних операцій.

Предмет дослідження – механізми розвитку транспортно-технологічних систем припортових залізниць як складних технічних систем.

Мета роботи – за допомогою методів системного аналізу дослідити процеси функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць і розробити інформаційне забезпечення завантаження суден.

Завдання досліджень:

1) на основі аналізу науково-технічної літератури надати характеристику транспортно-технологічним системам припортових залізниць як складним технічним системам, методам системно-аналітичних досліджень

та програмним засобам, які застосовуються на транспортних підприємствах при виконанні вантажних операцій;

2) за допомогою методів системного аналізу дослідити науково-практичні принципи функціонування транспортно-технологічних систем;

3) розробити нову інформаційну систему для управління вантажними операціями на припортових залізницях;

4) надати техніко-економічне обґрунтування щодо необхідності впровадження нових інформаційних систем на припортових залізницях;

5) розглянути заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища на робочому місці системного аналітика на припортовій залізниці.

Методи досліджень: синергетичний підхід, теорія складних систем, графічний метод інтерпретації причинно-наслідкових зв'язків, метод аналізу ієрархій, технології проектування баз даних.

Інформаційну базу досліджень становлять наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених в області системного аналізу, транспортних технологій, проектування інформаційних систем, інтернет-ресурси.

Наукове значення роботи. Одержані результати спрямовані на вирішення науково-прикладного завдання інформаційного забезпечення управління вантажними операціями на припортових залізницях.

Наукова новизна виконаних досліджень полягати у наступному:

- вперше для припортових залізниць застосовано синергетичний підхід до організації вантажних операцій, за допомогою якого визначено організаційні, економічні та експлуатаційні складові функціонування транспортно-технологічних систем як складних технічних систем

- удосконалено підхід до управління вантажними операціями на припортових залізницях, який за рахунок розробки нової інформаційної системи дає змогу формувати завантаженість суден за принципами ефективного розміщення вантажів та скорочення терміну простою транспорту.

Практичне значення роботи полягатиме у ситуаційному аналізі організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення та розробці програми заходів щодо їх усунення. Результати роботи можуть бути застосовані у сучасній практиці стивідорних та логістичних компаній.

Подальші дослідження пов'язані з реалізацію запропонованих рішень задач синтезу і аналізу та впровадження інформаційної системи на припортових залізницях.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати роботи доповідалися на Міжнародній науково-технічній конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (НУК, м. Миколаїв, 2020 р.); Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд» (м. Миколаїв, 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» (ОНПУ, м. Одеса, 2020 рр.).

Публікації за результатами магістерської роботи:

1 Kazymyrenko Y. System and analytical of the development of transport and technological systems of railway ferries / **Y. Kazymyrenko**, O. Drozd, O. Yeholnikov, H. Morozova // Technology audit and production reserves. – 2020. – № 2/2 (52). – pp. 40-42.

2 Казимиренко Ю. О. Модель функціонування ролкерної транспортно-технологічної системи залізничного порома / **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников // Матеріали всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Сучасні технології проектування, побудови та ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв : НУК, 2020. – С. 72-76.

3 Дослідження процесів експлуатації транспортно-технологічних систем залізничних поромів як складних технічних систем / **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников, Г. С. Морозова // Матеріали X

Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці»». – Миколаїв: НУК, 2020: том 2 – С. 161-163.

4 Процеси обміну інформацією при технічному обслуговуванні засобів автоматизації припортових залізниць / В. І. Гаврилюк, **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников // Матеріали ІХ міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНПУ, 2020. – С. 301-304.

					ДР.122.6145юмз.07.01.ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
					ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СИСТЕМОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИЙ ОПЕРАЦІЙ НА ПРИПОРТОВІЙ ЗАЛІЗНИЦІ	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Студент	Казимиренко Ю							14	
Керівник	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова			
Консультант									
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.								

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СИСТЕМНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ПРИПОРТОВІЙ ЗАЛІЗНИЦІ

1.1 Характеристика транспортно-технологічних систем припортових залізниць як складних технічних систем

Припортові залізниці (рисунок 1.1) являють собою важливі стратегічні об'єкти з розвинутою інфраструктурою, складу яких згідно до Закону «О морських портах України» від 17.05.2012 р. [8] входять:

- мережі сполучення рухових складів та автотранспорту;
- транспортні термінали;
- транспортні засоби і підприємства;
- системи трубопроводів;
- складські приміщення;
- гідротехнічні споруди;
- об'єкти навігаційно-гідрографічного забезпечення;
- системи управління;
- залізничні та автомобільні під'їзні шляхи;
- мережі зв'язку, тепло-, газо, електропостачання;
- інженерні комунікації.

Особливості виконання вантажних робіт полягатимуть у організованій діяльності служб та комунікацій обслуговування залізниці і порту.

Розвитку перспективних напрямків та удосконаленню процесів взаємодії залізничного та водного транспорту на припортових залізницях і поромних станціях присвячено роботи [2-4, 7, 14, 26-28]. Ґрунтовний аналіз проблемних питань наведено у табличній формі (таблиця 1.1), у якій також висвітлено шляхи їх вирішення.



Рисунок 1.1 – Припортова станція Одеської залізниці [<https://info.uz.ua>]

Таблиця 1.1 – Аналіз шляхів вирішення проблемних питань
вантажообігу на припортових залізницях і поромних станціях
[складено автором]

Проблемні питання	Шляхи вирішення
Формування автоматизованої технології управління процесом просування вантажів у напрямку порту	Застосування системного підходу до комплексного функціонування всіх учасників перевізного процесу (вантажевідправників, залізничних і морських перевізників, морських портів)
Скорочення часу простоїв залізничних вагонів, пов'язаних з відсутністю інформації щодо вільних причалів	Створення єдиної системи оперативного планування, контролю та аналізу взаємодії різних видів транспорту в умовах припортових залізниць і поромних станцій
Формування резерву вагонів	Порівняння та вибір в певних умовах конкретного варіанту технологічного процесу завантаження, для чого доцільно застосовувати метод аналізу ієрархій

Проблемні питання	Шляхи вирішення
Розширення експлуатаційних можливостей транспортно-технологічних систем	Впровадження нових заходів щодо технічного обслуговування та нових технологій обробки вантажів
Модернізація інфраструктури	Будівництво нових перевалочних пунктів, проведення днопоглиблювальних робіт у акваторії порту, пропонування нових послуг
Підвищення потужностей перевантажних комплексів	Створення додаткових складських територій та приміщень, застосування нової техніки та обладнання

Проведений огляд літературних джерел дозволяє виділити наступні недоліки та невирішені питання:

- відсутність системних маркетингових досліджень перспектив утворення вантажопотоків;
- недостатня координація дій експедиторських та стивідорних компаній;
- недостатня розвинутість організаційних структур щодо забезпечення ефективної взаємодії учасників транспортування і переробки вантажів в портах;
- відсутність єдиного інформаційного середовища для планування взаємодії різних видів транспорту у припортових залізничних вузлах.

Саме останнє питання із списку сприятиме координації служб залізниці і порту задля підвищення ефективності вантажних операцій на припортових залізницях. На підставі проведеного огляду та аналізу літератури в роботі пропонується розглядати транспортну технологічну систему припортової залізниці як складу технічну систему [18, 25].

«Складні технічні системи» – є узагальненим поняттям, яке охоплює різні за своєю природою та сутністю області знань (наприклад, транспорт, фізику, нелінійну динаміку, соціологію), які об'єднує інформаційний компонент. Їх дослідження здійснюється за допомогою системного підходу,

який вивчає кожен окрему із частин системи, а потім узагальнює їх в одне ціле. Тобто аналізується, як система одночасно змінює внутрішнє відношення між її складовими частинами і змінює своє відношення до зовнішнього середовища. Головні ознаки складних технічних систем наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характерні ознаки складних технічних систем
[складено автором]

Особливості складних технічних систем	Ознаки
Цілісність	Цілеспрямована робота всіх компонентів складної технічної системи як єдиного цілого з метою виконання головного призначення
Емерджентність	Прояви властивостей, які не є характерними для компонентів системи та які викликані неадитивністю її характеристик, нелінійністю зв'язків між характеристиками системи і характеристиками компонентів
Ієрархічність	Дослідна складна технічна система може бути як частиною більш високого рівня ієрархії, так і системи більш низького рівня
Кінцевість	Характеризується високою імовірністю реалізації проєкту
Складність	Визначається великою кількістю можливих станів та залежить від когнітивних факторів
Висока вартість	Обумовлена витратами на створення, виробництво та експлуатацію
Багатоцільове призначення	Призводить до протиріччя показників

В роботі [25] автор висловлює позицію принципової відмінності між системним аналізом та теорією складних систем: за своєю сутністю системний аналіз розглядає дослідний об'єкт більш спрощено; теорія складних систем враховує складність всіх частин системи.

Транспортно-технологічна система [16] припортової залізниці – сукупність взаємопов’язаних об’єктів портової інфраструктури та обслуговування залізничних мереж на території порту (поромної станції); передбачатиме наявність суден, під’їзних залізничних шляхів, берегових устроїв. Як приклад на рисунку 1.2 наведено структурну схему припортового залізничного вузла порту «Південний» [4].

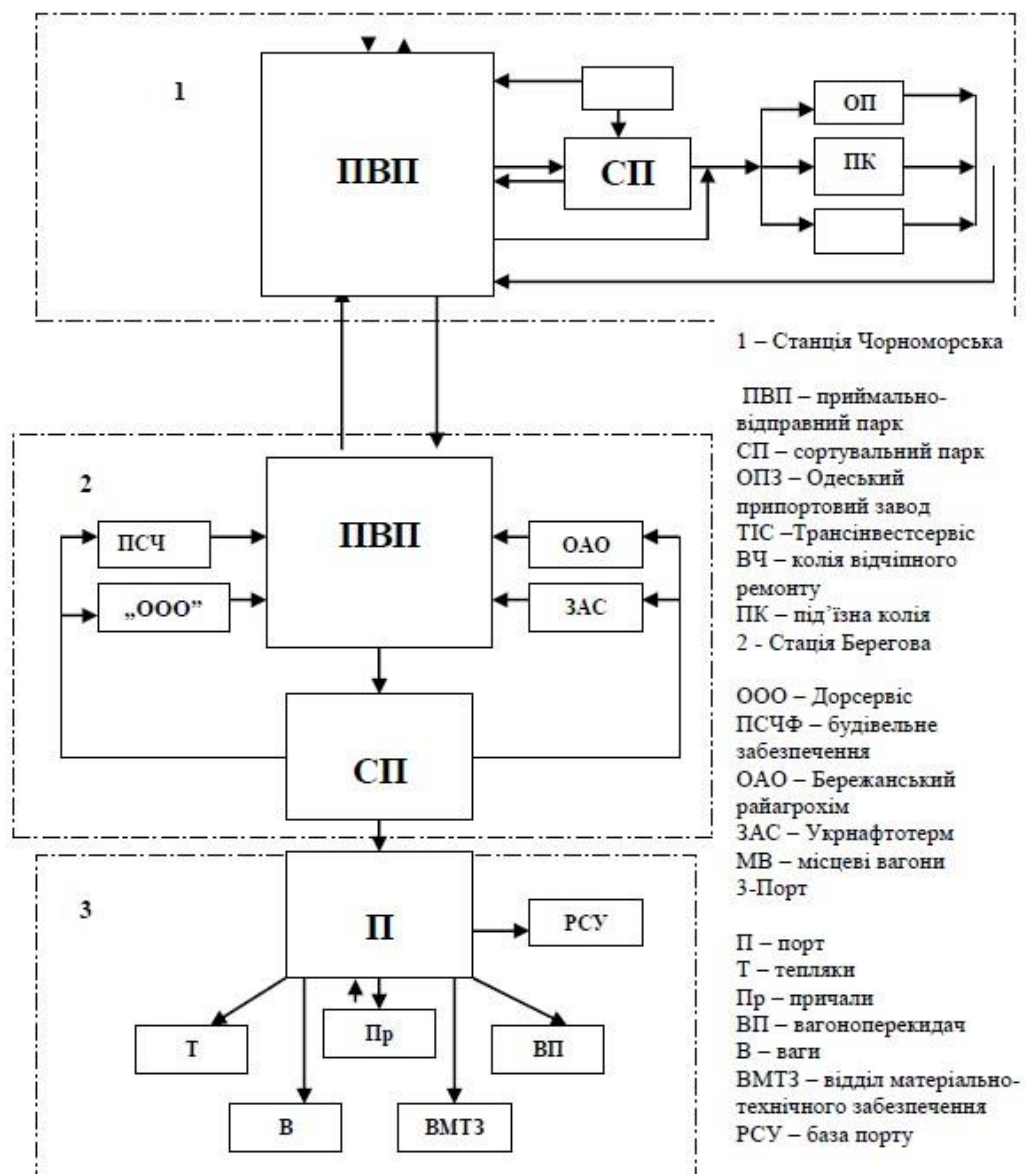


Рисунок 1.2 – Структурна схема припортового залізничного вузла порту «Південний» [4]

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 припускати вагому значимість кожного з елементів у досягненні цілей системи.

1.2 Мета і методи системно-аналітичних досліджень транспортних підприємств

Метою системно-аналітичного дослідження будь-якого об'єкту є всебічне відображення його системних параметрів [9], що досягається за допомогою вирішення задач аналізу;.

Задачі аналізу полягають у визначення властивостей дослідної системи за наступним алгоритмом [21]:

- виявлення і вивчення актуальних протиріч;
- формування кінцевих результатів дія системи;
- дослідження актуального середовища;
- виявлення функціонально-конструктивних характеристик системи, що забезпечують спостережувану систему дій;
- визначення способів функціонування і розвитку системи;
- дослідження організаційно-інтеграційних механізмів, що формують цілісність системи і функціональну орієнтованість її конструкції і динаміки;
- інтегроване відображення комплексу;
- «система–середовище» і його порівняльний аналіз в мета-системному плані.

Аналіз співвідношення між функціонуванням і розвитком є важливим аспектом постановки дослідження, який описує процес у динаміці. Проте варіантне бачення складається за допомогою принципів альтернативності.

Застосований методологічний апарат повинен носити цілісний характер (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Характеристика методів
системно-аналітичного дослідження [складено автором]

Метод	Переваги	Недоліки
Побудова причинно-наслідкових діаграм		
Swot-аналіз	Систематизація знань про внутрішні й зовнішні фактори; визначення конкурентних переваг та формування стратегічних пріоритетів.	Критерії Swot-аналізу повинні мати синергетичний ефект. Не дає динаміки розвитку ситуації
Діаграма Ісікави (риб'яча кістка)	Діаграма надає наочне уявлення про дослідний об'єкт і вплив факторів, зв'язок між ними.	Діаграма не дає відповіді на питання про ступінь впливу різних причин на виникнення проблеми. Причини проблем, наведених на такій діаграмі не носять кількісний характер
Діаграма Парето (стовпчикова діаграма)	Діаграма дає змогу працювати з чисельними даними, дозволяє розподілити зусилля для вирішення виникаючих проблем і виявити головні причини, з яких треба починати діяти	Вимагає знань основ статистики, зростатиме ймовірність помилок при збиранні статистичних даних
Діаграма стратифікації	Використання діаграми забезпечує більшу точність при дослідженні вибірки, дозволяє заощадити трудові та грошові витрати в силу дослідження меншої вибірки.	Побудова діаграми вимагає значних зусиль для виділення і аналізу витрат, можливо неправильний поділ на страти, що тягне за собою подальшу помилку в дослідженні
Діаграма розсіювання	Діаграма дозволяє визначити вид і тісноту зв'язку між парами відповідних змінних. Переваги: наочність і простота оцінки зв'язків між двома змінними.	З метою виключення невірної використання продукту, потрібно залучення фахівців, що ускладнює аналітичне дослідження.

Метод	Переваги	Недоліки
FMEA-аналіз (Failure Mode and Effects Analysis)	Технологія дослідження включає у себе складання та аналіз моделей об'єкта (комплектної, структурної, функціональної, потокової)	Нездатність оцінити загальну надійність функціонування системи
Метод аналізу ієрархій (MAI)	Системна процедура для ієрархічного представлення елементів. Метод ґрунтується на парному порівнянні критеріїв в межах домінування одного над іншим та полягає у декомпозиції проблеми на більш прості складові частини.	Метод дає лише спосіб рейтингування альтернатив, не має засобів для інтерпретації рейтингів та перевірки достовірності даних

Вибір методу досліджень вимагатиме уточнення наступних понять.

Поняття «Складна система» широко використовується; у системотехніці, системному аналізі, при дослідженні операцій і системному підході в різних галузях науки, техніки та народного господарства. Динамічні системи – це системи, в яких відбуваються будь-які зміни з часом. При цьому відокремлюють два типи динаміки систем: функціонування та розвиток.

Функціонування системи – це процеси, які відбуваються в системі та навколишньому середовищі, стабільно реалізуючи фіксовані цілі.

Розвиток системи – відбувається в системі при зміні її цілей: існуюча структура перестає відповідати новій меті. Провідною операцією при цьому є прийняття рішення – формалізований та неформалізований вибір, який дає змогу досягти фіксованої мети або просунутися у її напрямку.

Особливості взаємодії між підсистемами та специфіка реакції системи на зовнішні впливи виключають можливість описати поведінку складної системи лише на основі знань про властивості формуючих її підсистем. Складну систему можна розчленувати на кінцеве число частин, так званих підсистем вищого рівня: кожен таку підсистему можна у свою чергу

розчленувати на кінцеве число дрібніших підсистем і т.п., аж до отримання підсистем першого рівня, так званої складної системи, які або об'єктивно не підлягають розчленовуванню на частини, або щодо їх подальшої неподільності є відповідна домовленість. Таким чином, підсистема, з одного боку, сама є складною системою (для підсистем нижчого рівня), що складається з декількох елементів, з іншого боку, вона – елемент системи вищого рівня. Це все можна проаналізувати за допомогою синергетичного підходу [19], реалізованого на попередніх етапах за допомогою *Swot-аналізу*.

Етапи *SWOT-аналізу* (*Strengths Weaknesses Opportunities Threats*) – один із гнучких методів стратегічного планування і моніторингу, спрямований на виявлення стратегічних або технічних факторів, які посилюють або послабшають процес реалізації об'єкта. За його допомогою можна отримати структурований опис ситуації для прийняття певного рішення. Для побудови матриці *SWOT-аналізу* необхідно виявити визначні фактори та рівень їх впливу; визначити ймовірність використання можливостей та ймовірність реалізації загроз та впливу їх на діяльність системи. Проте зроблені висновки мають вигляд опису без певних рекомендацій та визначних пріоритетів. Застосування методу не вимагатиме від експертів вузькопрофільної освіти та спеціальних знань. Аналіз надає статичне уявлення без його динамічного розвитку; його застосування вважається ефективним лише на початкових стадіях оцінювання поточної ситуації,

Проаналізуємо ще деякі методи, які саме доцільно застосовувати для системно-аналітичного дослідження транспортно-технологічних систем припортових залізниць.

Діаграма Ісікави (Cause-and-Effect-Diagram) [30] – графічний спосіб дослідження найбільш істотних причинно-наслідкових взаємозв'язків між факторами й наслідками в досліджуваній ситуації або проблемі. Діаграма названа на честь одного з найбільших японських теоретиків менеджменту професора Каору Ісікави (*Kaoru Ishikawa*) який запропонував її в 1952 р.), як доповнення до існуючих методик логічного аналізу й поліпшення якості

процесів у промисловості Японії. Робота з діаграмою Ісікави проводиться в кілька етапів:

- виявлення й збір всіх факторів і причин, що впливатимуть на досліджуваний результат;
- групування факторів по рівню впливу і причинно-наслідковим блоками;
- ранжирування цих факторів усередині кожного блоку;
- аналіз отриманої картини;
- «звільнення» факторів, на які ми не можемо впливати;
- ігнорування малозначимих і непринципових факторів.

Щоб більш ефективно виявити й додати можливі причини до складу основних, а також більш конкретно деталізувати можливі першопричини відгалужень «основної кістки» традиційно застосовують метод стимулювання генерації творчих ідей. Використання діаграми Ісікави дозволяє графічно відобразити взаємозв'язок досліджуваної проблеми й причин, що впливають на цю проблему; дає можливість провести змістовний аналіз ланцюжка взаємозалежних причин, що впливають на проблему; зручна й проста для застосування й розуміння персоналом. Шаблон побудови діаграми наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Діаграма Ісікави: загальний вигляд [30]

Загальні правила побудови діаграми Ісікави включатимуть у себе наступну послідовність:

1. Перш ніж приступати до побудови діаграми, всі учасники повинні прийти до єдиної думки щодо формулювання проблеми.

2. Досліджувана проблема записується із правої сторони в середині чистого аркуша паперу й полягає в рамку, до якої ліворуч підходить основна горизонтальна стрілка – «хребет» (діаграму Ісікави через зовнішній вигляд часто називають «риб'ячим кістяком»).

3. Наносяться головні причини (причини рівня 1), що впливають на проблему, – «більшої кістки». Вони полягають у рамки й з'єднуються похилими стрілками з «хребтом».

4. Далі наносяться вторинні причини (причини рівня 2), які впливають на головні причини («більшої кістки»), а ті, у свою чергу, є наслідком вторинних причин. Вторинні причини записуються й розташовуються у вигляді «середніх костей», що примикають до «більших». Причини рівня 3, які впливають на причини рівня 2, розташовуються у вигляді «дрібних костей», що примикають до «середніх», і т.д. (Якщо на діаграмі наведені не всі причини, та одна стрілка залишається порожньою).

5. При аналізі повинні виявлятися й фіксуватися всі фактори, навіть ті, які здаються незначними, тому що ціль схеми – відшукати найбільш правильний шлях і ефективний спосіб рішення проблеми.

6. Причини (фактори) оцінюються й ранжируються по їхній значимості, виділяючи особливо важливі, які приблизно впливають на показник якості.

7. У діаграму вноситься вся необхідна інформація: її назва; найменування виробу; імена учасників; дата тощо.

FMEA-аналіз (Failure Mode and Effects Analysis) [18] – застосовується у бізнес-аналітиці та сучасній управлінській практиці як аналіз видів, наслідків і критичності відмов. Метод розроблено ще у 1949 р., ґрунтується на розрахунках щільності ймовірності виникнення помилки від функції часу, які

виконуються на основних етапах розробки системи. При цьому центральне місце належить обробці попереднього досвіду побудови систем з ідентичними цільовими функціями. Це командний метод виявлення ризиків, дає змогу оцінити критичність і значущість з кожного ідентифікованого видів відмови у ситуаційних умовах.

Метод аналізу ієрархій (Analytic Hierarchy Process) [20] – математичний інструментарій системного підходу до складних проблем прийняття рішень. Метод, який розроблено у 1970 р. Томасом Сааті, являтиме собою системну процедуру ієрархічного уявлення проблем з наступною структуризацією багатокритеріальних альтернатив. Ієрархічна модель, яку запропоновано Сааті [20] наведено на рисунку 1.4.

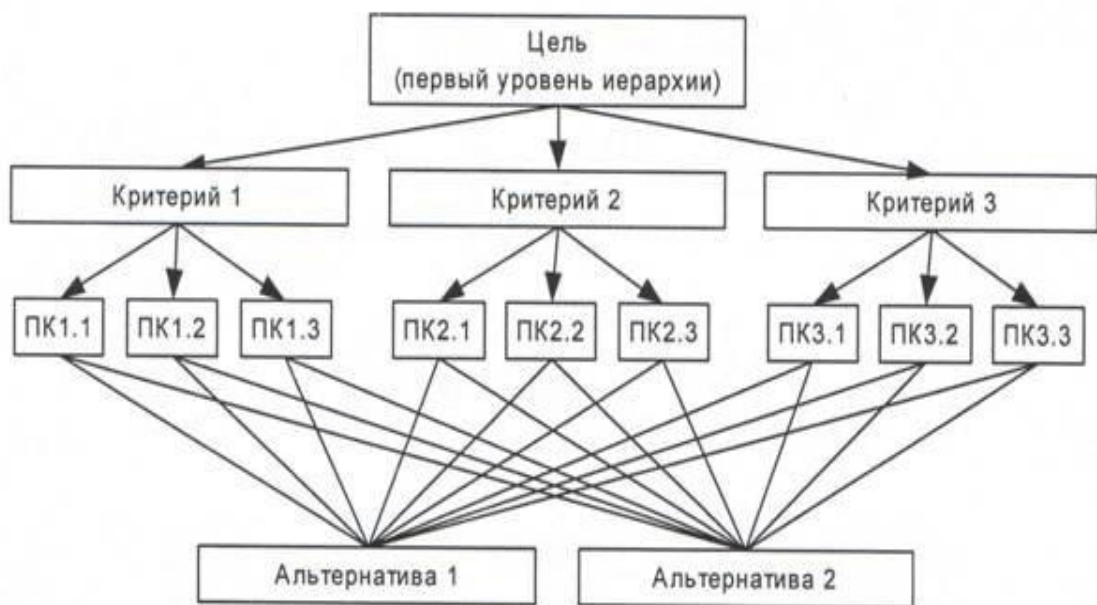


Рисунок 1.4 – Ієрархічна модель по Сааті [20]

[скріншот російською мовою]

У класичній теорії прийнятті рішень метод ґрунтується у поетапному встановленні пріоритетів, для чого залучаються фахівці, які приймають рішення (російськ.: лица, принимающие решения, ЛПР), експерти і консультанти. Основу аналізу ієрархій (МАІ) складають п'ять етапів, це:

- структуризація задачі,
- розклад пріоритетів оцінювання;
- попарне порівняння критеріїв за шкалою відносною важливості;
- формування набору (вектора) локальних пріоритетів (важелей);
- перевірка злагожденості обраних пріоритетів.

До недоліків використання методу слід віднести його недостатню об'єктивність через власну думку залучених фахівців.

В роботі [4] запропоновано модель оперативного управління просуванням вагонопотоків у напрямку портів, який полягає у математичному опису процесу безперебійної подачі вагонів на причали, як це показано на рисунку 1.5.

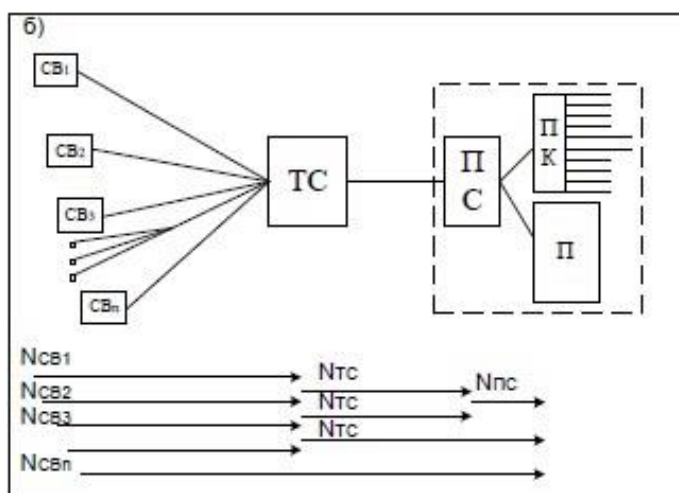


Рисунок 1.5 – Схема безперебійного завантаження вагонів [4]

За цільову функцію пропонується обрати мінімізацію експлуатаційних витрат з питомими витратами C_n , фізичний смисл яких наведено у таблиці 1.4.

$$C = f(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8) \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

Таблиця 1.4 – Питомі експлуатаційні витрати моделі
[складено автором за результатами роботи [4]]

Питомі експлуатаційні витрати	Фізичний смисл
C_1	Питомі витрати щодо просування одного вагону у напрямку порту
C_2	Питомі витрати на один вагон, який рухається від станції відправлення до останньої припортової технічної станції
C_3	Питомі втрати, пов'язані з переробкою поїздів на технічній станції з метою формування технологічного маршруту, грн/ваг
C_4	Питомі витрати, пов'язані зі слідкуванням вагонів з технічної станції на технологічних маршрутах, грн/ваг
C_5	Питомі витрати, пов'язані з формування відцепів, грн/ваг
C_6	Питомі витрати, пов'язані з простоем судна в очікуванні завантаження, грн/ваг
C_7	Питомі витрати, пов'язані з формуванням резерву вагонів, грн/ваг
C_8	Приведені економічні витрати, що пов'язані з простоем судна під завантаження, грн/ваг

Недоліками моделі слід вважати вплив на кожний з параметрів значної кількість незалежних факторів, що значно ускладнює процес і вимагатиме застосування методів нечіткої логіки.

1.3 Огляд сучасних програмних засобів для роботи з вантажними операціями та обслуговування припортових залізниць

Ринок автоматизованих програмних рішень в основному представлений продуктами, які вирішують цілий ряд завдань пов'язаних з навантажувально-розвантажувальними операціями і призначені для бортових комп'ютерів. Нижче наведені існуючі програмні комплекси, в функціональні можливості яких входить розробка вантажного плану судна.

1.3.1 Програмний комплекс «*STABEDIT*» [режим доступу: <https://portnews.ru/news/283364/>]

Програмний комплекс «*STABEDIT*» застосовується для визначення завантаження, посадки, остійності і міцності як розрахунком за інформацією про вантаж, так і по фактичному стану судна з автоматичною обробкою інформації від датчиків осадів, рівнів в танках або у вантажних приміщеннях. За його участю стає можливою складання та оптимізація вантажних планів з урахуванням особливостей і категорій небезпеки різних типів вантажів; перевірка відповідності класифікаційних і міжнародних нормативних вимог; ведення вантажної книги і підготовка офіційних вантажних документів. Серед важливих можливостей програмного комплексу «*STABEDIT*» слід виділити:

- аналіз поточного стану судна і розрахунок заповнення вантажних приміщень для виходу на задану посадку в кінці навантаження;
- формування бази даних по вантажах, заявленим до навантаження (*Cargo List*); експорт файлів у форматі *Excel*;
- ручне перенесення вантажів з *Cargo List* в вантажне приміщення
- автоматичне розміщення вантажів у вантажних приміщеннях, що допускає (при необхідності) проміжне ручне коригування;
- сортування вантажів та створення пріоритетною черги на навантаження за кількома параметрами (номер коносаменту, вага, габарити вантажів);
- налаштування умов навантаження;
- контроль стану для кожного вантажного приміщення (зайнятий обсяг, занурений вага, вага залишився для навантаження);
- постійний контроль за станом судна (посадка, остійність, міцність) на будь-якому етапі навантаження.

В основі роботи модуля лежить спеціально розроблений оригінальний алгоритм, який дає змогу розміщувати різногабаритні вантажі в приміщенні будь-якої геометричної форми. Програма проводить автоматичний контроль правильності установки з урахуванням геометрії приміщення і раніше встановлених вантажів. Проте недоліком програмного комплексу «*STABEDIT*» є можливість його улаштування на бортових

комп'ютерних системах, що виключатиме його використання на персональних комп'ютерах в порту.

1.3.2 Програмний комплекс «*MasterLoad-Valcom*» [5].

Програмний комплекс «*MasterLoad-Valcom*» призначений для формування планів перевезень, перевірки експлуатаційних параметрів безпечного функціонування судна в поточному стані завантаження. Комплекс надає можливість виконання таких функцій:

- задання оператором схеми завантаження судна та її відображення у графічній та табличній формі;
- облік обмерзання, щільності морської води і наявності додаткового сухого вантажу;
- розрахунок посадки, остійності, міцності судна в поточному стані завантаження або апріорно, порівняння розрахунків з критеріями ІМО;
- відображення в режимі Off-line стану заповнення вантажних танків з наливними вантажами і посадки судна;
- зберігання варіантів завантаження і розрахункових параметрів певних варіантів;
- документування результатів виконаних розрахунків.

Недоліком програмного комплексу «*MasterLoad-Valcom*» є його вузька спеціалізація: комплекс розрахований на формування планів перевезень наливних вантажів.

Методи розрахунку, що використовуються в існуючих інформаційних системах розрахунку вантажного плану судна не враховують інші показники, що впливають на ефективність вантажно-розвантажувальних операцій, а саме потужність ресурсів порту, їх кількість та інше, що може призвести до втрати часу на вантажно-розвантажувальні операції, що впливає на економічну ефективність роботи порту в цілому.

1.3.3 Програмний комплекс «*packer3d*» [режим доступу <http://www.packer3d.ru/downloads/ver3/about-program-packer3d-rs.pdf>].

В основу використовуваних компанії *packer3d* алгоритмів в програмі «*packer3d*» і on-line сервісі за розрахунком оптимального плану завантаження різнотипних вантажів покладені теоретичні та прикладні дослідження з дискретної математики, математичної логіки та математичної статистики. Як результат – створення евристичних алгоритмів з елементами нейромережових і генетичних обчислень. Програмне забезпечення розраховане для роботи на мобільних пристроях та ПК під керуванням PC, *Web Player*, *Flash Player*. Вхідною інформацією для програми на мобільних пристроях та ПК є дії користувача. Не зважаючи на той факт, що «*packer3d*» відноситься до програмних комплексів достатньо високого рівня, цей програмний продукт використовується переважно для автоперевезень, матиме високу вартість, може використовуватись на під'їзних шляхах, та його пристосування до використання на у інфраструктурі припортових залізниць є достатньо складним.

1.3.4 Системи управління складом «*Warehouse Management System*» (WMS) [режим доступу: <https://www.epg.com/gb/logisticssoftware/warehouse-management>].

Для рішення проблем візуалізації розташування вантажів на складах вже існують комплексні програмні засоби. Такі системи об'єднані під загальною назвою – системи управління складом або *WMS (Warehouse Management System)* . Система враховує всі вимоги до умов зберігання при розподілі місць зберігання для вступників на склад товарів. Наприклад, можуть враховуватися зовнішні фактори, такі як вологість , температурний режим , терміни придатності , виробники , терміни реалізації , постачальники , правила сумісності і будь-які інші параметри. *Warehouse Management System* автоматично підбирає місця зберігання для прийнятих вантажів і формує завдання для працівників складу. Завдання надходять на екран радіотерміналів у вигляді елементарних поетапних команд індивідуально для кожного працівника. При формуванні команд система розробляє оптимальні маршрути переміщення техніки по території складського комплексу , що

дозволяє зменшити холостий пробіг навантажувальних засобів. На виконання операцій система призначає ту вантажну техніку, використання якої найбільш повно відповідає поставленому завданню. Виконання завдань підтверджується скануванням штрих-коду. Таким чином, система контролює всі дії працівника і дозволяє практично повністю виключити можливість помилкового розміщення вантажу або неправильного комплектування замовлення. В системі миттєво оновлюється вся інформація про місцезнаходження вантажів, наявності товару на складі, діях працівників і проведенні операцій. Для зручності є можливість спостереження за складом в режимі двовірного графічного відображення. За результатами роботи або станом складу система дозволяє формувати звіти, які можуть як виводитися на друк, так і передаватися в корпоративну систему компанії.

Відомими програмними продуктами даної області є *«Qguar WMS Pro»*, *«CargoPrime: WMS»*, *«ІС - Логістика: Управління складом»*.

Особливо можна виділити модуль візуалізації до програми *«Qguar»* під назвою *«Dashboard»*. Це спеціалізований інструмент, який за допомогою сучасного графічного рішення візуально представляє роботу логістичного підрозділу в розрізі різних комбінацій декількох десятків ключових параметрів.

«Qguar Dashboard», використовуючи поточні дані та історію виконаних операцій з системи *«Qguar WMS»*, дозволяє візуалізувати стан складських процесів і результати виконання конкретних складських операцій. Модуль *«Dashboard»* дозволяє також провести оцінку ресурсів, необхідних для виконання майбутніх логістичних завдань. *«Qguar Dashboard»*, завдяки набору графічних контрольних елементів, забезпечує оперативну оцінку роботи складського підрозділу, керованого системою *WMS*. Застосування інструменту *«Dashboard»* дозволить істотно збільшити ефективність роботи ключових менеджерів логістики.

1.3.5 Інформаційна система *«Автоматизированное рабочее место центрального диспетчера» («АРМ ЦД»)* [11]

«Автоматизированное рабочее место центрального диспетчера» («АРМ ЦД» – галузева інформаційна система російського виробництва, застосовується для спостереження за просуванням вантажних поїздів на шляхах залізнично-водного сполучення. Скриншот з програми наведено на рисунку 1.6

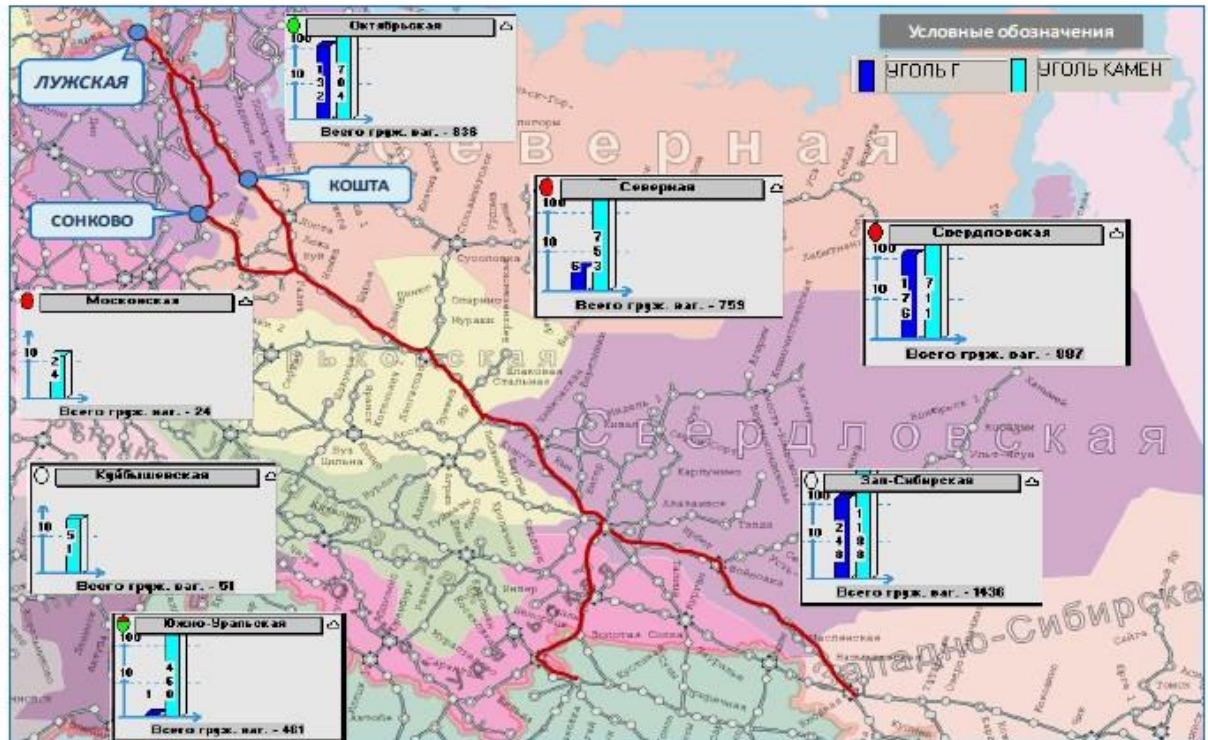


Рисунок 1.6 – Скриншот з програми [11]

Інформаційна система дає змогу: мати уявлення про поточний стан на припортовій залізниці, про наявність порожніх вагонів, про готовність отримувача вантажу прийняти вантаж у певний час, про план проведення планових та позапланових ремонтних робіт; наявність вільних складських приміщень, про графік підходу морських суден. Інформація про наявність вагонів для певної станції має вигляд діаграм, згрупованих за різновидами вантажів (рисунок 1.7). При виборі користувачем стовпця діаграми з'являється інформація щодо просування поїздів. Затримка у інформації – 1...2 години з моменту закінчення виконання кожної з операцій щодо просування поїзду. Застосування системи дає змогу визначати не тільки вид вантажу, а й відправника і отримувача вантажу, обирати морський термінал.

Це особливо ціно для випадків, коли у порту є декілька терміналів щодо перевантаження однойменних вантажів. Оснащення автоматизованої системи блоками централізованої підготовки і оформлення документів розширює можливості та покращує якість виконання вантажних операцій.

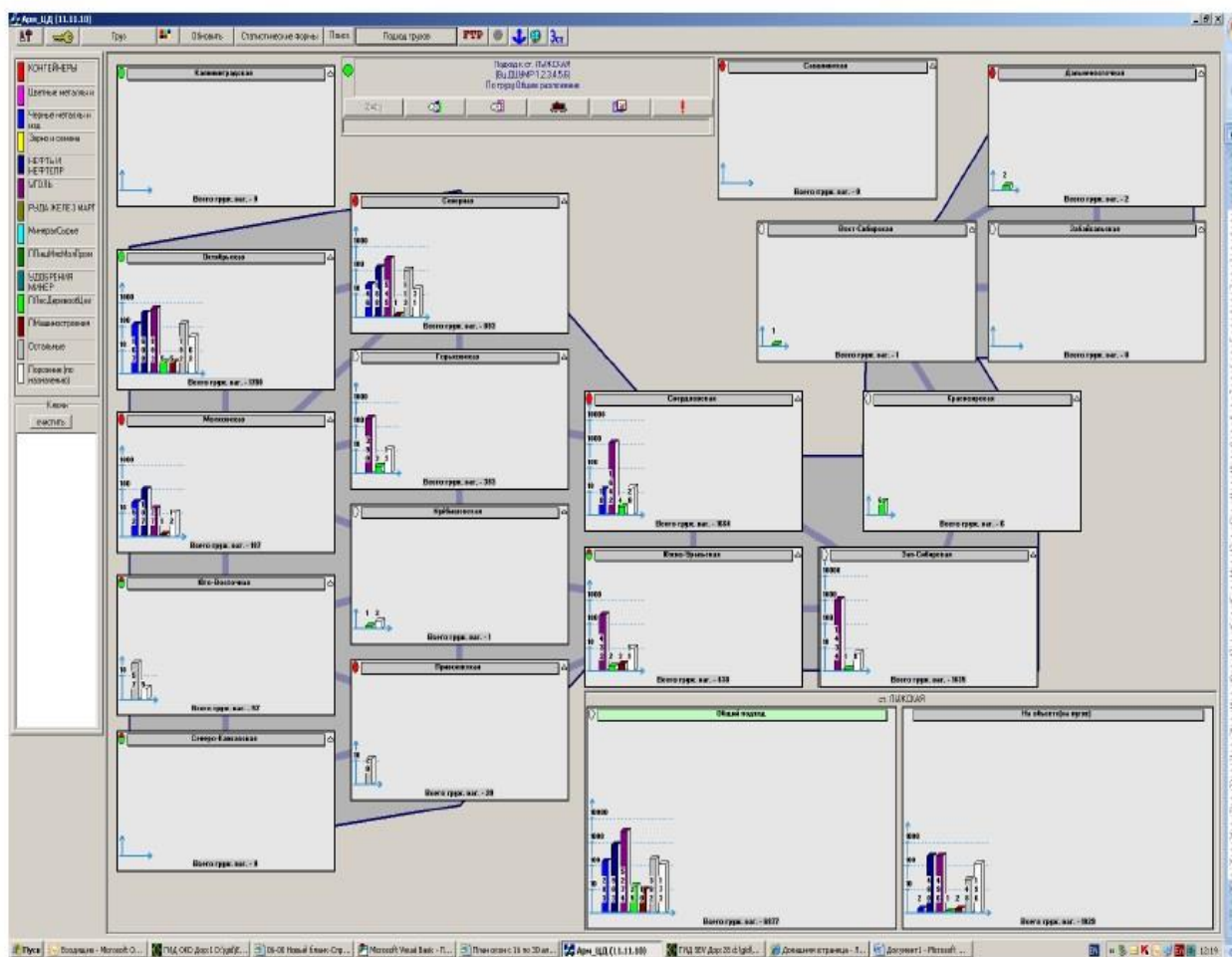


Рисунок 1.7 – Приклад подання інформації про наявність вагонів [11]

(згруповані вантажі мають вигляд стовпчикових діаграм)

Не зважаючи на усі виділені переваги застосування сучасних програмних комплексів обмежується через їх дорожнечість та зосередженість у профільних лабораторіях та підприємствах. Тому актуальним стає питання розробка нової інформаційної системи для обслуговування вантажних операцій на вітчизняних припортових залізницях.

Розглянемо найбільш актуальні та доступні методи розробки інформаційних систем [10, 11, 21], яка б визначали би синхронізацію роботи служб залізниці і порту.

Метод динамічного програмування поєднує методи математичної оптимізації і комп'ютерного програмування; використовує підхід спрощення пошуку розв'язання складних задач через їх рекурсивне розбитті на простіші підзадачі, створюючи таким чином «оптимальну підструктуру».

Апарат генетичного алгоритма полягатиме у визначенні оціночної функції за параметром пристроїв компенсації неоднорідності. Формування можливих рішень здійснюється циклічно на основі попередніх з використанням генетичних операцій кросинговера, інверсії і мутації, які використовуються випадково за стохастичними законами. Пріоритет мають рішення з максимальними значеннями цільової функції ефективності, що спрямовано на поступове підвищення якості запропонованих рішень.

Об'єктно-орієнтоване програмування розглядає програму як множину об'єктів, що взаємодіють між собою. Кожен об'єкт здатний отримувати повідомлення, обробляти дані та надсилати повідомлення іншим об'єктам. Стійкість та керованість системи забезпечуються чітким розподілом відповідності об'єктів (тобто за кожну дію відповідатиме певний об'єкт), а також однозначністю визначення інтерфейсів міжоб'єктної взаємодії та повною ізольованістю внутрішньої структури об'єктів від зовнішнього середовища.

Теорія графів являє собою метод дискретної математики, який застосовується для моделювання процесів у соціальній та науково-технічній сферах, зокрема при розробці систем підтримки прийняття рішень (СППР). Теорія графів у графічному вигляді описує взаємодію між об'єктами; граф являє собою топологічну фігуру, яка складається з вершин і ребер.

Імітаційне моделювання. Цей метод є окремим випадком математичного моделювання, дозволяє будувати імітаційні моделі процесів, що описують, як ці процеси проходили б насправді. Метод імітаційного

моделювання може бути використаний в цілях проєктування, аналізу та оцінки функціонування об'єкта.

1.4 Висновки, аналіз невирішених питань та постановка завдань досліджень

Проаналізовано сучасний стан системної організації вантажних операцій на припортовій залізниці, в результаті чого зроблено наступні висновки:

1 Припортові залізниці являють собою високо розвинуту інфраструктуру для обробки вантажів за схемою: розвантаження залізничних вагонів–завантаження суден і розвантаження суден–завантаження залізничних вагонів, транспортну платформу для формування–розформування поїздів, що дозволяє розглядати їх функціонування як складного технологічного комплексу транспортно-технологічної системи.

2 Особливості експлуатації транспортно-технологічної системи припортових залізниць вимагатимуть координацію служб залізниці і порту за принципами розгляду ТТС як складної технічної системи зі зміною зовнішніх умов експлуатації, наявністю великою кількості прямих і зворотних зав'язків.

3 Розглянуто методи системно-аналітичних досліджень транспортних підприємств: відмічене, що аналіз співвідношень між функціонуванням і розвитком складних технічних систем є важливим аспектом постановки дослідження, який описує процес у динаміці. Визначено, що найбільш перспективними методами досліджень управління вантажними операціями на припортових залізницях є SWOT-аналіз, побудова причинно-наслідкових діаграм Ісікави, метода аналізу ієрархій.

4. Розглянуто сучасні програмні засоби, які на даний час використовуються у транспортних технологіях, а саме технічного обслуговування складських приміщень, завантаженості суден та поїздів.

Виходячи з вищенаведеного аналізу предметної області слід виділити наступні невирішені питання та недоліки щодо організації та управління вантажними операціями, це:

- відсутність єдиного інформаційного середовища для планування взаємодії різних видів транспорту, зокрема залізничного і водного;
- підвищення ефективності вантажних операцій на припортовій залізниці безпосередньо пов'язано з розвитком системних підходів до вирішення організаційних, економічних та експлуатаційних заходів, що вимагатиме постановки системно-аналітичного дослідження;
- при виборі методів системно-аналітичного дослідження слід враховувати слабоструктурованість технічної задачі: критерії SWOT-аналізу повинні мати синергетичний ефект; складання «кісток» діаграми Ісікави – відображати синхронізацію роботи залізничного і водного видів транспорту; вибір альтернатив та декомпозиція MAI – спрямовано на формування програми заходів;
- розробка нового інформаційного забезпечення повинна комплексно вирішувати експлуатаційні, організаційні та економічні завдання транспортної галузі.

Мета роботи – за допомогою методів системного аналізу дослідити процеси функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць і розробити інформаційне забезпечення завантаження суден.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити завдання:

- дослідження за допомогою методів системного аналізу науково-практичних принципів функціонування транспортно-технологічних систем;
- розробки нового інформаційної системи для управління вантажними операціями на припортових залізницях;
- техніко-економічне обґрунтування щодо необхідності впровадження нових інформаційних систем на припортових залізницях;

- розгляду заходів щодо охорони праці та навколишнього середовища на робочому місці системного аналітика на припортовій залізниці.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування транспортно-технологічної системи припортової залізниці та інформаційного взаємозв'язку при виконанні вантажних операцій.

Предмет дослідження – механізми розвитку транспортно-технологічних систем припортових залізниць як складних технічних систем.

Методи досліджень: синергетичний підхід, теорія складних систем, графічний метод інтерпретації причинно-наслідкових зав'язків, метод аналізу ієрархій, технології проектування баз даних.

Інформаційну базу досліджень становлять наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених в області системного аналізу, транспортних технологій, проектування інформаційних систем, інтернет-ресурси.

					ДР.122.6145юмз.07.02.ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата									
					НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТТС ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЦЬ				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Студент		Казимиренко Ю									39		
Керівник		Михелєв І. Л.							НУК ім адм. Макарова				
Консультант													
Зав.кафедрою		Михелєв І. Л.											

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЦЬ

2.1 Синергетичний підхід до організації вантажних операцій на припортових залізницях

Існуючий механізм планування обробки вагонів в портах умовно складається з двох етапів: перший, це оперативне планування розподілу вагонів та пов'язаних з цим трудових і технічних ресурсів. Планування робиться головною диспетчерською порту, за мету ставиться складання плану розподілу вагонів між причалами порту (рисунок 2.1).

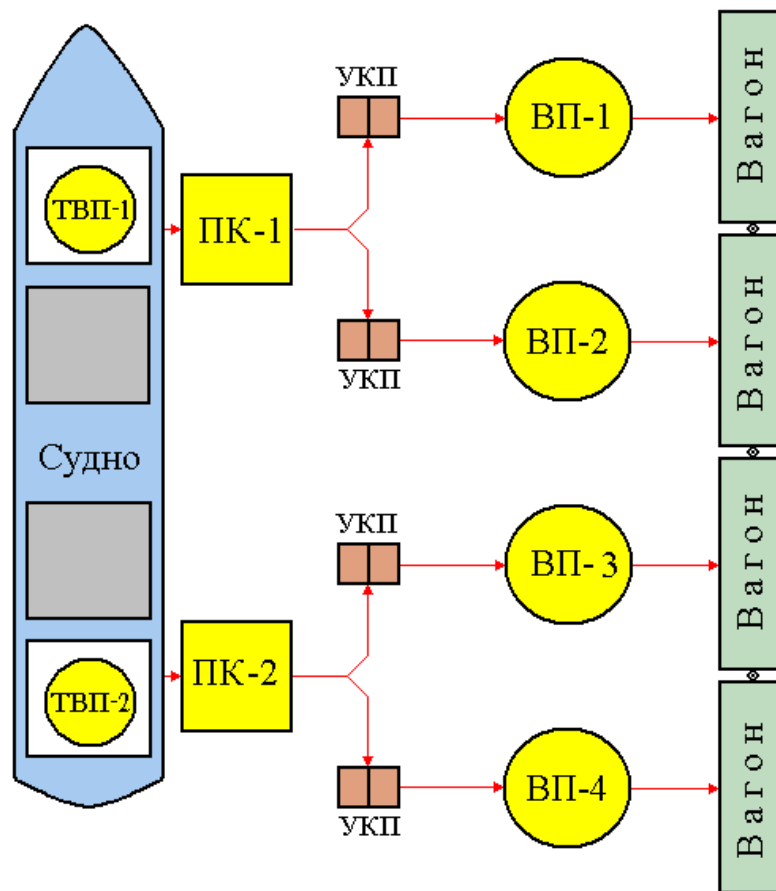


Рисунок 2.1 – Схема подачі вагонів на причал [3]

Для цього необхідно мати складений стивідором вантажний план судна (рисунок 2.2), який являє собою поздовжній перетин судна із зазначенням наміченого розміщення вантажів у всіх вантажних приміщеннях. Вантажним планом (карго-планом) називається план розміщення вантажів по всіх вантажних приміщеннях судна [1], який передбачатиме найбільш раціональне для заданого рейсу розміщення вантажів у трюмах.

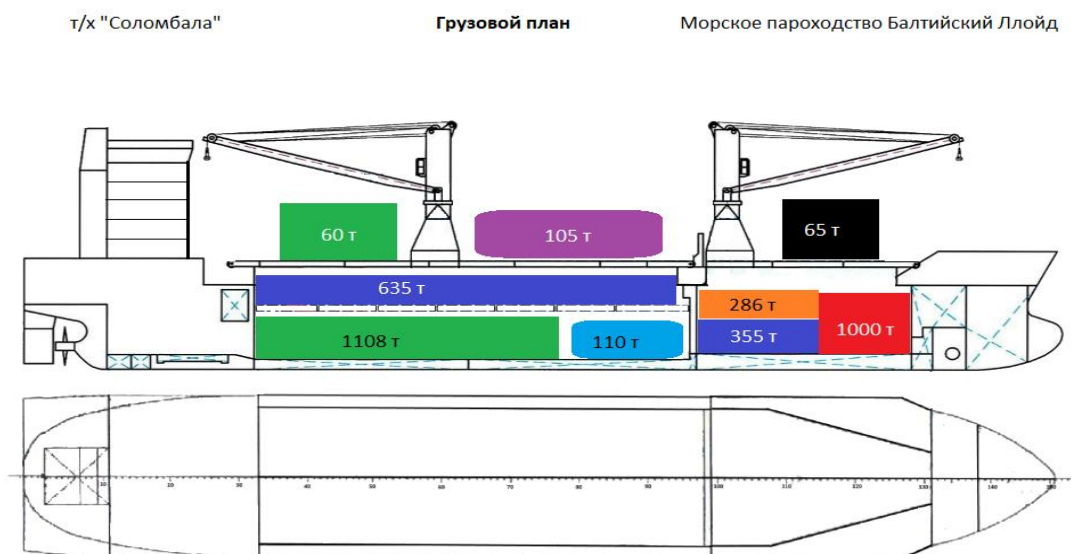


Рисунок 2.2 – Приклад вантажного плану суховантажного судна [1]

Задача значно ускладнюється для випадків завантаження суден-ролкерів (RO-RO), призначених для перевезення вантажів на колесах: вантажного транспорту, автомобілей, автопоїздів, залізничних вагонів, військової техніки (рисунок 2.3). Принципові відмінності ролкерних суден полягатимуть у горизонтальному завантаженні (розвантаженні) через відкидний нос (корму).

При складанні вантажного плану повинні бути передбачені:

- повне використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна
- безпечний щодо міцності судна розподіл вантажів на палубах судна
- проведення вантажних операцій у найкоротші терміни;
- зручність завантаження і розвантаження у проміжних портах заходу.

При цьому стивідорною службою вирішуються економічні та організаційні завдання, до яких додається розв'язання задач міцності з урахуванням вагового навантаження обсягів вантажів. Тобто вирішення задачі завантаження судна потребує синергетичного підходу [19] як порівняно ного напрямку у теорії управління, який поєднує у собі фахові закономірності міждисциплінарних галузей знань (у даному випадку це механіки, транспортних та інформаційних технологій тощо)



а

б

Рисунок 2.3 – Завантаження ролкерних суден [<https://korabley.net>]

а – автомобільного транспорту; *б* – залізничних вагонів

Головне поняття синергетики (греч. συν-, ἔργον – діяти разом, автор терміну Герман Хакен) пояснює утворення та самоорганізацію моделей і структур у відкритих системах, де «структура» визначається як певний стан, який виникатиме в результаті їх багатоваріантної та неоднозначної поведінки. Тобто розглядається нелінійність внутрішніх процесів, припливи потоків зовнішньої енергії та загострення одного із станів. У окремих випадках утворення нових структур має регулярний, хвильовий характер. Головними принципами синергетичної теорії вважаються [19]:

- відкритість та незамкненість системи;
- нерівновісність системи, що обумовлено її прагненням до рівноваги;

- принципи випадкових відхилень;
- достатній рівень складності та адаптивності системи;
- динамічна ієрархія.

На підставі вищевикладеного в роботі пропонується нова концепція синергетичного підходу до організації вантажних операцій на припортових залізницях, де процес функціонування транспортно-технологічної системи розглядається як складна технічна система. Графічна інтерпретації концепції наведена на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Концепція синергетичного підходу до інформаційної взаємодії залізничного і водного транспорту на припортових залізницях

У межах запропонованої концепції розглянемо процес завантаження/розвантаження залізничних вагонів і суден як функціонування різних систем (залізниці і водного транспорту) зі спільними закономірностями. Вивчення інформаційних потоків та їх взаємодія дає змогу проаналізувати вантажообіг на припортових залізницях як у спільному «організмі». Нелінійний характер системи пояснюється тим, що організація вантажних операцій на залізничних шляхах і суден у порту має певні індивідуальні особливості. Тобто діяльність припортової залізниці

безпосередньо залежить від організаційних, економічних і експлуатаційних факторів, але не від сумарного функціонування

$$\Phi_{пз}(\Phi_{орг}, \Phi_{ек}, \Phi_{експл}) \neq \Phi_{зм} + \Phi_{вт}, \quad (2.1)$$

де $\Phi_{пз}$ – фактори функціонування припортової залізниці; $\Phi_{зм}$ – фактори функціонування залізничного транспорту; $\Phi_{вт}$ – фактори функціонування водного транспорту; $\Phi_{орг}$ – група організаційних факторів; $\Phi_{ек}$ – група економічних факторів; $\Phi_{експл}$ – група експлуатаційних факторів.

2.2 Аналіз організаційних, економічних та експлуатаційних факторів функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць

Для дослідження організаційних, економічних та експлуатаційних факторів функціонування ТТС припортових залізниць застосовано графічний метод аналізу формування причинно-наслідкових зв'язків з побудовою діаграми Ісікави [30], дає змогу виявити ключові взаємозв'язки між різними факторами й більш точно зрозуміти досліджуваний процес. Її застосування сприятиме визначенню головних факторів, що роблять найбільш значний вплив на розвиток розглянутої проблеми, а також попередженню або усуненню дії даних факторів. Діаграма Ісікави використовується як аналітичний інструмент для перегляду дії можливих факторів і виділення найбільш важливих причин, дія яких породжує конкретні сліdstва й піддається керуванню.

На рисунку 2.5 наведено опубліковану у науковій статті [31] діаграму Ісікави, побудовану за участю автора для поромних станцій. За цільову функцію обрано резерв прискорення оборотів вагонів. Це якісна характеристика, яка свідчить про ефективне використання вагонного парку. Для її аналізу виділимо групи організаційних, економічних та експлуатаційних факторів (таблиця 2.1).

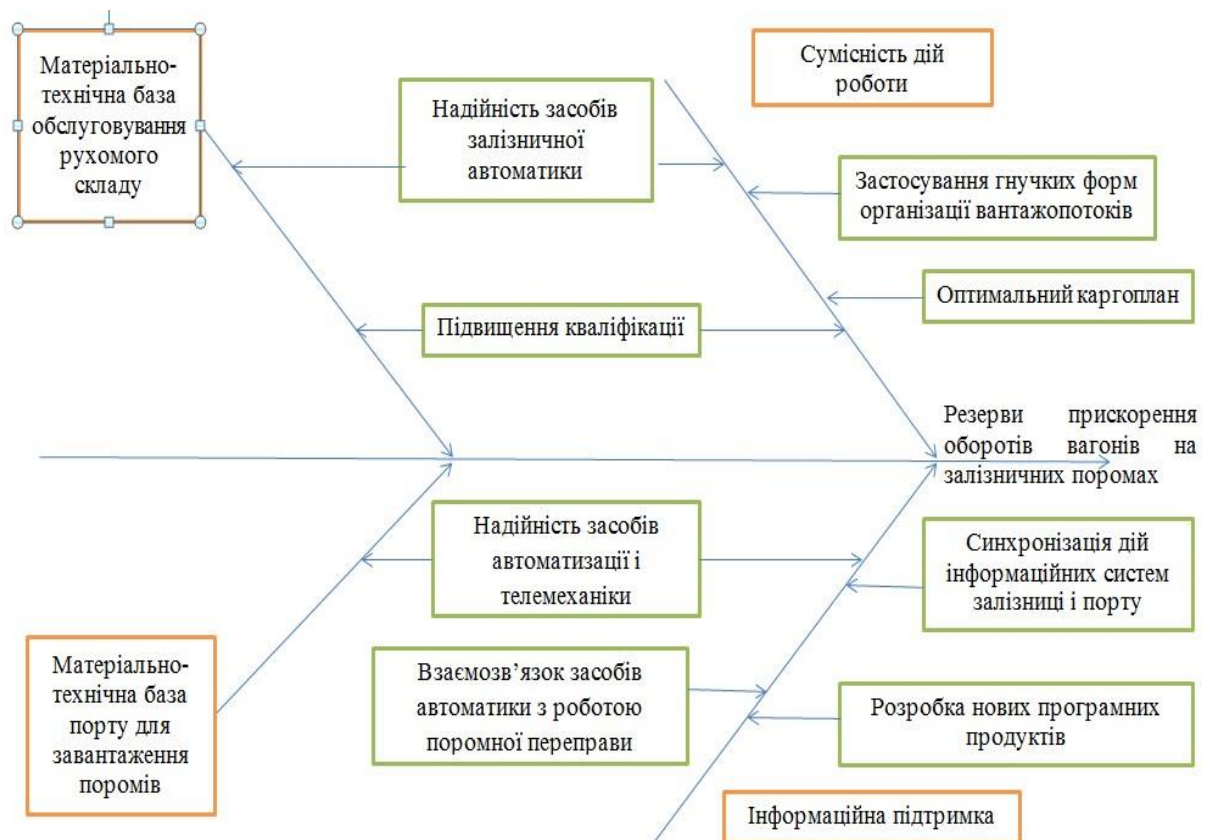


Рисунок 2.5 – Даграма Ісікави [31]

Таблиця 2.1 – Організаційні, економічні та експлуатаційні фактори функціонування припортової залізниці [складено автором]

Фактори	Характеристика	Шляхи підвищення
Організаційні	Впровадження заходів з інформаційної підтримки проєктів	Розробка нових програмних продуктів
Економічні	Скорочення терміну простоїв вагонів та суден, зростання обсягу вантажообігу	Розвиток гнучких форм організації вантажопотоків
Експлуатаційні	Корегування асортименту вантажів за умовами міцності	Постановка та розв'язання задач управління вантажними операціями

Аналіз ситуації показав можливість скорочення часу на вантажні операції як важливого економічного критерія за рахунок розвитку гнучких форм організації вантажопотоків. Це вимагатиме впровадження заходів з

інформаційної підтримки проєктів з розробкою нових програмних продуктів та вирішенням задач управління вантажними операціями.

На підставі проведеного аналізу складено програму заходів (таблиця 2.2) щодо підвищення ефективності виконання вантажних операцій за рахунок впровадження нових організаційних рішень з інформаційного забезпечення.

Таблиця 2.2 – Програма заходів

Заходи	Реалізація заходів та методи вирішення
Визначення сильних та слабких сторін проєкту удосконалення вантажних операцій	SWOT-аналіз організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення на припортовій залізниці (таблиця 2.3)
Організація вантажопотоків зі складанням оптимального каргоплану	Постановка задачі щодо ефективного розміщення вантажів на судні з апробацією рішення на певному прикладі (розділ 3)
Розробка нового інформаційного забезпечення для управління процесами завантаженості суден	Реалізація математичної моделі за допомогою UML-моделювання у вигляді нової інформаційної системи (Додаток А)

Таблиця 2.3 – Ситуаційний аналіз існуючих організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення

Критерії SWOT-аналізу	Характеристика
Strengths (сильні сторони існуючих проєктів)	Документація з базою даних Оперативне управління даними документального типу Можливість планування вантажних операцій
Weakness (слабкі сторони існуючих проєктів)	Не вирішено питання максимальної вантажомісткості та вантажопідйомності судна, скорочення терміну простою засобів транспорту в очікуванні завантаження
Opportunities (можливості розвитку)	Мінімізація дублювання даних, спрощення процедур обробки можливості виконання розрахунків з графічною інтерпретацією
Threats (загрози)	Дотримання умов міцності суден за умовами ефективного розміщення крупногабових вантажів

2.3 Прогноз розвитку ситуації мінімізації експлуатаційних витрат

Для прогнозування очікуваної мінімізації експлуатаційних витрат в роботі введено критерії оцінювання ситуації (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Критерії оцінювання ситуації
[складено автором за результатами роботи [4]]

Критерії	Фізичний смисл
K_1	Фактори, які визначатимуть простою суден та поїздів в очікуванні завантаження
K_2	Фактори, пов'язані з вантажообігом на припортовій залізниці
K_3	Фактори, пов'язані з технічним обслуговуванням вантажних операцій
K_4	Фактори, пов'язані із сумісністю вантажів

За альтернативу обрано *корисний об'єм вантажів* – об'єм вантажу (у кількісному співвідношенні), саме який завантажуються на судна для подальшого транспортування у інші порти за призначенням. За статистичними даними [2-4, 14, 26] це від 10 до 50 % від всього обсягу вантажів, які зазнають оброблення на припортових залізницях. Тобто обрані альтернативи відповідатимуть наступним значенням:

$$A_1 = 0,1; A_2 = 0,2; A_3 = 0,3; A_4 = 0,4; A_5 = 0,5.$$

Для попарного порівняння критеріїв застосуємо шкалу відносної важливості [20]. Порівняння здійснено за думкою автора дипломної роботи на підставі аналізу сучасного досвіду, викладеного в роботах [2-4, 7, 14, 26-28], результати наведено у таблиці 2.5. У таблиці також наведено результати розрахунків за формулою (2.2) власного вектора (r_i)

$$r_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}, \quad (2.2)$$

де i – номер критерія; n – кількість критеріїв; K_i – значення критерія при попарному порівнянні. Нормоване значення власного вектора (вага) критерія (w_i) розраховується як

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i}. \quad (2.3)$$

Таблиця 2.5 – Матриця порівняння критеріїв

Критерії	K_1	K_2	K_3	K_4	Власний вектор (r_i)	Вага критерію (w_i)
K_1	1	7	7	2	3,146	0,526
K_2	1/7	1	5	1/4	0,650	0,109
K_3	1/7	1/5	1	1/7	0,253	0,042
K_4	1/2	4	7	1	1,934	0,323

$$\lambda_{\max} = 4,207; I3 = 0,069; O3 = 0,077$$

На наступному етапі перевірено умови нормування:

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 0,526 + 0,109 + 0,042 + 0,323 = 1$$

Порівняння заданих альтернатив A_j здійснюється за кожним критерієм окрема. Для цього складено таблицю 2.6 попарного порівняння альтернатив за кожним з критеріїв, де визначено нормоване значення власної вектора (ваги) і альтернативи для кожного з критеріїв (v_{ij})

$$v_{ij} = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^m r_j}. \quad (2.4)$$

де i – номер відповідного критерія; j – номер альтернативи; m – кількість альтернатив. Значення власного вектора альтернативи (r_j) розраховується як

$$r_j = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m A_j}, \quad (2.5)$$

де A_j – значення альтернативи при попарному порівнянні.

Таблиця 2.6 – Таблиця порівняння альтернатив за кожним з критеріїв

За критерієм K_1 (фактори, які визначатимуть простой суден)								За критерієм K_2 (фактори, пов'язані з вантажообігом на припортовій залізниці)							
Альтерна-тива	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	СВА	Вес, v_{ij}	Альтерна-тива	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	СВА	Вес, v_{ij}
A_1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	0,384	0,060	A_1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	0,384	0,060
A_2	2	1	1/2	1/3	1/4	0,608	0,095	A_2	2	1	1/2	1/3	1/4	0,608	0,095
A_3	3	2	1	1/2	1/5	0,903	0,141	A_3	3	2	1	1/2	1/5	0,903	0,141
A_4	4	3	2	1	1/2	1,644	0,256	A_4	4	3	2	1	1/2	1,644	0,256
A_5	5	4	5	2	1	2,885	0,449	A_5	5	4	5	2	1	2,885	0,449
$\lambda_{\max}=5,142$; ІЗ=0,036; ОЗ=0,032								$\lambda_{\max}=5,142$; ІЗ=0,036; ОЗ=0,032							
За критерієм K_3 (фактори, пов'язані з технічним обслуговуванням вантажних операцій)								За критерієм K_4 (фактори, пов'язані з сумісністю вантажів)							
Альтерна-тива	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	СВА	Вес, v_{ij}	Альтерна-тива	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	СВА	Вес, v_{ij}
A_1	1	1	2	2	2	1,516	0,287	A_1	1	1	2	2	2	1,516	0,287
A_2	1	1	1	2	2	1,320	0,250	A_2	1	1	1	2	2	1,320	0,250
A_3	1/2	1	1	1	2	1,000	0,189	A_3	1/2	1	1	1	2	1,000	0,189
A_4	1/2	1/2	1	1	2	0,871	0,165	A_4	1/2	1/2	1	1	2	0,871	0,165
A_5	1/2	1/2	1/2	1/2	1	0,574	0,109	A_5	1/2	1/2	1/2	1/2	1	0,574	0,109
$\lambda_{\max}=5,097$; ІЗ=0,024; ОЗ=0,022								$\lambda_{\max}=5,097$; ІЗ=0,024; ОЗ=0,022							

Наступний етап дослідження включає у себе розрахунок кількісних показників якості, за якими визначається найкраща з альтернатив, для чого застосовано цільову функцію

$$F = \max S, \quad (2.6)$$

де j – номер варіанту; $S = \{S_j\}$, S_j – сукупна оцінка альтернативи за всіма розглянутими критеріями, визначається залежністю

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{ij}; \quad (2.7)$$

i – номер критерія оцінки; v_{ij} – вага j -ї альтернативи для i -го критерія.

За результатами розрахунків для обраних значень альтернатив визначено сукупну оцінку кожної з альтернатив

$$S_1 = 0,143; S_2 = 0,149; S_3 = 0,158; S_4 = 0,223; S_5 = 0,325.$$

Результати показали, що найкращим варіантом корисного об'єму вантажу відповідає 50%-ве заповнення вантажообігу припортової залізниці на судна. Проте остаточне рішення приймається виключно після перевірки ступені відхилення від злагожденості у матриці парних порівнянь і наявності транзитивності альтернатив у значеннях S_j , для чого за формулою (2.8) підраховується індекс злагожденості $I3$

$$I3 = (\lambda_{\max} - k) / (k - 1), \quad (2.8)$$

де k – кількість елементів, що порівнюються (у даному випадку критеріїв або альтернатив); $\lambda_{\max}$ – максимальне власне число матриці попарних порівнянь.

Методика перевірки ступені відхилення від злагожденості ($I3$) детально викладено у роботі [20], результати наведено у таблиці 2.6. Узагальнемо вимірювання злагожденості на всю ієрархію. Для цього необхідно індекс злагожденості (таблиця 2.6) помножити на пріоритет властивості, відносно якого виконується порівняння, до цього числа додати аналогічні результати для всієї ієрархії (M).

$$M = 0,069 + (0,526;0,109;0,042;0,323) \begin{bmatrix} 0,036 \\ 0,036 \\ 0,024 \\ 0,024 \end{bmatrix} = 0,10.$$

На наступному етапі дана величина порівнюється з відповідним індексом, який отримано як сума випадково сформованих індексів, зважених через пріоритет ($\bar{M}$).

$$\bar{M} = 0,9 + (0,526;0,109;0,042;0,323) \begin{bmatrix} 1,12 \\ 1,12 \\ 1,12 \\ 1,12 \end{bmatrix} = 2,02$$

Значення співвідношення $M / \bar{M}$ повинно знаходитись навколо 0,1 [20]. Для нашого випадку $M / \bar{M} = 0,05$, що дозволяє зробити висновок про добру злагодженість в цілому. Виконані розрахунки довели про виконанні перевірок на відношення злагодженості та транзитивності, на підставі чого доцільно зробити висновок про тенденцію позитивного збільшення корисного об'єму вантажів на підвищення факторів, які сприятимуть мінімізації експлуатаційних витрат.

Подальші дослідження полягатимуть

Висновки до розділу 2

1 За допомогою синергетичного підходу досліджено особливості організації вантажних операцій на припортових залізницях, в результаті чого запропоновано нову концепцію до організації вантажних операцій на припортових залізницях, де процес функціонування транспортно-технологічної системи розглядається як складна технічна система з визначенням організаційних, економічних та експлуатаційних факторів.

2. За допомогою причинно-наслідкової діаграми Ісікави проаналізовано організаційні, економічні та експлуатаційні фактори функціонування транспортно-технологічної системи припортових залізниць; складено

програму заходів щодо підвищення ефективності виконання вантажних операцій за рахунок впровадження нових організаційних рішень з інформаційного забезпечення.

3. Розглянуто прогноз розвитку ситуації мінімізації експлуатаційних витрат на припортовій залізниці, для чого застосовано метод аналізу ієрархій. Встановлено позитивний вплив збільшення корисного об'єму вантажів на фактори, пов'язані з простоєм суден та поїздів в очікуванні завантаження, з вантажообігом, технічним обслуговуванням вантажних операцій та сумісність вантажів.

					ДР.122.6145юмз.07.03.ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
					РОЗРОБКА І РЕАЛІЗАЦІЯ ІС ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ НА ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Студент	Казимиренко Ю						53		
Керівник	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова			
Консультант									
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.								

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ НА ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ

3.1 Теоретичні і практичні передумови складання вантажного плану судна

Вихідними даними для складання вантажного плану судна є дані про судно, вантаж і умови рейсу, при цьому вирішуються питання максимальної вантажомісткості і вантажопідйомності судна [1]. Саме це досягається підбором важких та легких вантажів за умовами їх сумісності: спільне перевезення несумісних вантажів може призвести до псування одного з них, а також викликати небезпечну ситуацію. Саме для цього ретельно враховуються фізико-механічні, фізико-хімічні та інші (токсичні, радіаційні тощо) властивості вантажів.

На практиці розрізняється два види вантажного плану судна:

- попередній вантажний план складається службою порту, агентом або помічником капітана. Попередній вантажний план судна затверджується помічником капітана, що повинно бути узгоджено з графіком обробки судна;
- виконавчий вантажний план – відкоригований з урахуванням та угоджений з керівництвом порту. Вантажний план прийнято до виконання тільки після розрахунків остійності, поздовжньої міцності, допустимого крену та диференту, які саме й обумовлюють безпеку плавання судна.

Розглянемо побудову вантажного плану на прикладі універсального суховантажного судна (рисунок 3.1) серії Beluga P1-/P2. Саме судна цього класу являють собою покоління сучасних багатоцільових суден для перевезень крупнотонажних вантажів. Техніко-експлуатаційні характеристики судна наведені у таблиці 3.1.



Рисунок 3.1 – Універсальне судно серії Beluga, побудоване у 2006 р.
для компанії «BELUGA PROJECTS» [<http://www.marinetraffic.com>]

Таблиця 3.1 – Техніко-експлуатаційні характеристики судна
[<http://www.marinetraffic.com>]

Паспортні характеристики судна		Розрахункові параметри	
Повна вантажопідйомність, т	12764	Добові норми витрат пального, води та інших запасів	$q_{np} = 1-2$ $q_x^T = 34; q_x^B = 10$
Осадка судна з вантажем, м	7,8	▪ на ходу, т/добу	$q_{ст}^T = 1,5;$
Довжина судна максимальна, м	156,76	▪ на стоянці, т/добу	$q_{ст}^B = 10$
Ширина судна максимальна, м	21,82	Абсциса центра ваги судна порожнем, $X_{g(пор)},$ м	-10,55
Висота борта, м	12	Апліката центра ваги судна порожнем, $Z_{g(пор)},$ м	9,2
Довжина між перпендикулярами, м	140	Кількість тон на 1 см осадки, т/см	24,5
Валова місткість судна	10899		
Маса судна порожнем, т	5430		
Силова установка	MAN7L58/64 N = 9800 кВт		

Математичне моделювання вантажного плану розглянуто на одночасному транспортуванні двох видів небезпечних вантажів: бочок з концентратом уранових руд (рисунок 3.2, *а*) і мішків з аміачною селітрою (рисунок 3.2, *б*).



А



б

Рисунок 3.2 – Упакований вантаж: *а* – бочки з урановим рудним концентратом; *б* – м'який контейнер з аміачною селітрою

Враховуючи географічне положення добичі уранової руди (Миколаївська і Кіровоградська області), а також розташування підприємств атомної енергетики у Південній Європі, обрано лінійний маршрут Одеса–Генуя із загальною протяжністю 1668 миль (рисунок 3.3). Об'єми транспортування уранових концентратів до країн Південної Європи пов'язані з певним попитом на подільні елементи як вихідну сировину для ядерного пального.



Рисунок 3.3 – Схема рейсу судна Одеса–Генуя

Перероблена уранова руда у вигляді концентрату порошкоподібного стану транспортується як вантаж 7-го класу небезпеки для подальшої обробки на підприємства по переробці палива, які знаходяться у Росії та у Південній Європі. Урановий концентрат пакується у сталеві бочки об'ємом 210 л зі знімною кришкою та відповідним маркуванням. Для відокремлення від інших вантажів, персоналу і обладнання упаковані радіоактивні вантажі розташовуються у середині модулів біологічного захисту (рисунок 3.4). При виконанні вантажних операцій модуль встановлюється у вантажній зоні судна або в середині залізничного вагону. Масагабаритні показники застосовано транспортного обладнання наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Масагабаритні показники транспортного обладнання і модуля біологічного захисту

Стаття навантаження	Маса порожнем, т	Маса з вантажем, т	Розміри, м	Об'єм, м ³	Умови завантаженості
Бочка	0,02	0,503	$h = 0,880$ $d = 0,610$	0,21	Завантажено 483 кг уранового концентрату
Контейнер	2,340	27,162	$l = 6,058$ $b = 2,438$ $h = 2,896$	42,8	У кожен контейнер завантажено 54 бочки
Модуль біологічного захисту (розроблений варіант)	97,662	151,985	$l = 8,478$ $b = 7,296$ $h = 4,106$	251,0	У модулі розташовано два контейнери з бочками
Модуль біологічного захисту (прототип)	112,455	166,779			

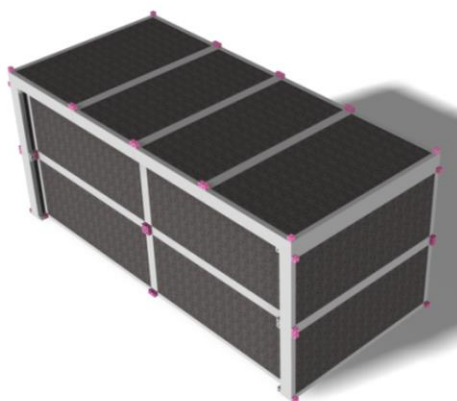


Рисунок 3.4 – Модуль біологічного захисту для транспортування радіоактивних вантажів

Селітра аміачна – гранульоване добриво (NH_4NO_3), за транспортною класифікацією МОПОГ відноситься до 5-го класу небезпечних вантажів (5.1 – окиснювальні речовини), використовується для сільськогосподарських робіт та пакується у поліетиленові (масою 50 кг), пропіленові або паперові мішки або у спеціалізовані м'які контейнери типу МКР, як це показано на рисунку 3.2 б. Орієнтовані значення мас основних та допоміжних вантажів, екіпажу, запасу пального тощо наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Масові показники для визначення навантаження

Стаття розрахунку	Маса, т	Стаття розрахунку	Маса, т
Модуль з концентраторами уранової руди	152	Запаси води	50
Аміачна селітра	200	Запаси пального	200
Запаси на рейс	250	Екіпаж (≈ 25 чол.)	2,1
Інші маси (сепарація, багаж тощо)	100	Дедвейт мінімальний $D_{\min}$, Т	10 тис.

3.2 Математична модель вантажного плану судна

Математична модель задачі у постановочному плані має наступний вигляд

$$t_{cm} = \sum_{j=1}^m t_{j\ cm} = \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^{i \leq n} x_{ji}}{N_{ji}} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ji} = D_q \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n u_i x_{ji} = W \\ x_{ji} > 0 \end{array} \right. \quad (3.2)$$

$$i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}, \quad (3.3)$$

де t_{cm} – сталійний час судна – цільова функція; t_{jcm} – час обробки j -го трюму; x_{ji} – кількість i -го вантажу в j -му трюмі; N_{ji} – норма навантаження i -го вантажу в j -й трюм; m – кількість вантажних приміщень; n – кількість вантажів; D_q – чиста вантажопідйомність судна; W – вантажомісткість судна; u_i – питомий навантажувальний обсяг вантажу.

Як граничні умови введено функції перевірки відповідності комбінації вантажу у трюмі обов'язковим критеріям завантаження.

$$\begin{aligned} \Phi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= true \\ \Phi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \bar{P} \\ \Phi_3(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \bar{S} \\ \Phi_4(x_1, x_2, \dots, x_n) &= d_{onm} \\ \Phi_5(x_1, x_2, \dots, x_n) &= +h_k \\ \Phi_n & \end{aligned} \quad (3.4)$$

де $\Phi_1(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ – функція сумісності вантажів, параметрами якої є властивості j -го вантажу. Функція повинна повертати результат `true`, тобто вантажі повинні бути сумісні для перевезення в одному приміщенні;

$\Phi_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функція визначення послідовності завантаження трюму відповідно до портів заходу. Функція повинна повертати вектор $\bar{P}$, тобто послідовність завантаження вантажу;

$\Phi_4(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функція перевірки диференту судна на оптимальність при заданому розміщенні вантажу в трюмі;

$\Phi_5(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функція перевірки остійності судна; результат повинен бути додатнім числом;

Φ_n – інші функції перевірки дотримання критеріїв завантаження.

Постановку оптимізаційної задачі зведене щодо ефективного розміщення модуля біологічного захисту як великої вантажної одиниці на судні разом з іншими вантажами за критеріями мінімізації сталійного часу (англ. *Laytime*) з дотриманням умов міцності судна. Для цього сформульовано класичну задачу про ранець, яку розв'язано за допомогою математичного апарату генетичного алгоритму [13]. Етапи розв'язання поставленої задачі наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Побудова алгоритму розрахунків

Показники	Формули для розрахунків
Питомі показники	
Питома навантажувальна площа	$\mu_g = \frac{S_g}{Q_g}$, де Q_g – маса вантажу (зокрема маса всього елемента БЗ); V_g – об'єм; S_g – площа горизонтальної проекції (у даному випадку обмежена контуром модуля БЗ)
Сукупність моментів	
Момент оптимального диференту	$M_{d_{opt}} = D_p x_c - D_o x_o + d_{opt} M_x - \sum G_{z_j} x_{z_j}$ де D_p – водотоннажність судна, т : $D_p = D_o + G_z + \sum Q_i$; D_o – маса судна порожнем, x_g – абсциса центра ваги судна, визначається за кривими елементів теоретичного креслення; x_o – абсциса центра ваги судна порожнем; d_{opt} – оптимальний диферент; M_x – питомий диферентуючий момент; $\sum G_{z_j} x_{z_j}$ – момент відносно міделя, що утворений рейсовими запасами, розподіленими по j-тим відсікам судна
Момент від змінних та постійних навантажень відносно кілю	$M_{cm_z} = D_p (z_m - h_{opt}) - D_o z_o - \sum G_{z_j} z_{z_j}$ де z_m – апліката поперечного метacentра, визначається за кривими елементів теоретичного креслення; h_{opt} – оптимальне значення метacentричної висоти; z_o – апліката центра ваги судна порожнем; $\sum G_{z_j} z_{z_j}$ – сумарний статичний момент від рейсових запасів відносно кіля

Статичний момент відносно міделя від сумарної дії усіх навантажень	$M_{cm_x} = D_o x_o + \sum Q_{ij} x_{ij} + \sum G_{z_j} x_{z_j}$ де Q_{ij} – маса і-тої партії вантажу у j-тому вантажному приміщенні; x_{ij} – абсциса центра ваги партії вантажу у j-тому вантажному приміщенні
Диферентуючий момент	$M_{диф} = D_p \cdot c$, де $c = x_g - x_c$ – плече диферентуючої пари сил Абсциса центра ваги завантаженого судна визначається як $x_g = \frac{M_{cm_x}}{D_p}$

Розподілення маси трюмів $\sum Q_{mp}$ і твіндеків $\sum Q_{m\phi}$ визначається шляхом розв’язання системи рівнянь [15]

$$\begin{cases} \sum Q_{mp} + \sum Q_{m\phi} = D_{\chi} \\ \sum Q_{mp} \cdot z_{mp} + \sum Q_{m\phi} \cdot z_{m\phi} = M_{cm.z} \end{cases} \quad (3.5)$$

Відповідність умовам міцності визначається за відношенням фактичної напівсуми моментів сил дедвейта без урахування знаку його оптимального згинального значення M_{onm} ($M_{onm} = 0,9 \dots 1,1$)

$$K_{onm} = \frac{0,5(\sum Q_j X_{ij} + \sum G_{z,i} X_{z,i})}{M_{onm}}, \quad (3.6)$$

$$M_{onm} = K_{c.n.} \cdot D_p \cdot L_{nn} + 0,5(\kappa_2^n - \kappa_2^e) \cdot \delta \cdot B_{\max} \cdot L^{2,3} - \kappa_0 \cdot D_0 \cdot L_{nn}, \quad (3.7)$$

де $\kappa_{c.n.} = 0,0315 + 0,0895 \cdot \delta$ – коефіцієнт, який враховує дію сил підтримки; δ – коефіцієнт загальної повноти (визначається за кривими теоретичного креслення); κ_2^n, κ_2^e – коефіцієнти, які враховують додаткові згинальні моменти при постановці судна на хвилю (на підосві та вершині відповідно $\kappa_2^n = 0,036$; $\kappa_2^e = 0,0325$); κ_0 – коефіцієнт, який враховує розташування машинного відділення ($\kappa_0 = 0,11$).

Перевірка умов місцевої міцності здійснюється виходячи з відношення фактичного навантаження до технічно допустимого

$$K_m = \frac{P_{\phi}}{P_{доп}} \leq 1 \quad (3.8).$$

Побудований вантажний план наведено на рисунку 3.5, результати розрахунків – у таблицях 3.5 і 3.6. Оціночні розрахунки міцності показали,

що розташування вантажів у трюмі суховантажного судна не порушує умов загальної і місцевої міцності.

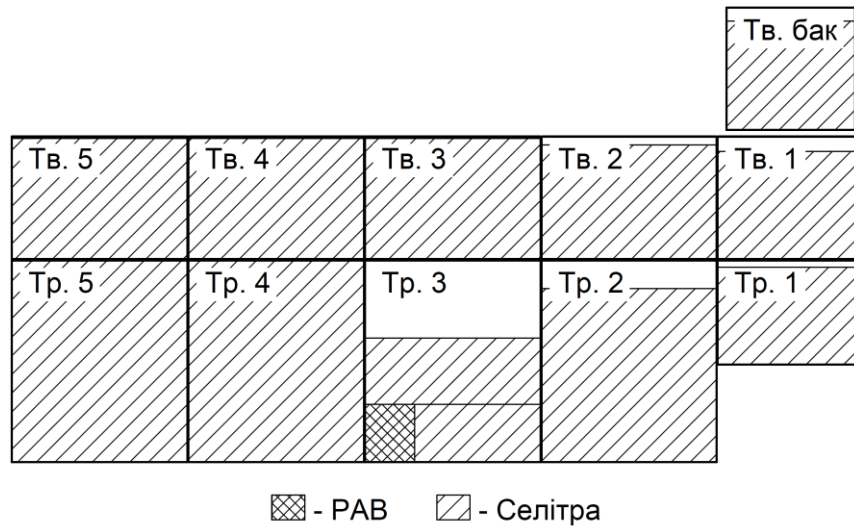


Рисунок 3.5 – Вантажний план судна серії Beluga

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків навантажень і сумарних статистичних моментів відносно міделя і кіля

Вантажне приміщення	Найменування вантажу	Маса Q, т	Абсциса центру мас X_g , м		Апліката центру мас Z_g , м	Статичний момент (тм) відносно		
			у ніс судна	у корму судна		міделя		кіля
						у ніс судна	у корму судна	
Трюм 1	Селітра	365	50	—	6,08	18243,5		2218,4
Трюм 2	Селітра	1416	30,6	—	4,28	43327,8		6060,2
Трюм 3	Селітра	1391	10,1	—		14088,11		2763,2
	Елемент біологічного захисту	157	3,0	—	0,76	471,0		119,3
Трюм 4	Селітра	1816	—	11,85	4,65		-21517,7	84443,7
Трюм 5	Селітра	740	—	33,45	4,65		-24753,0	3441,0
Твіндек під баком	Селітра	639	50,3	—	13,38	32117,1		8543,3
Твіндек 1	Селітра	520	50	—	9,43	26013,5		4906,1
Твіндек 2	Селітра	1307	30,6	—	9,55	39995,1		12482,1
Твіндек 3	Селітра	1429	9,35	—	9,6	13357,9		13715,0
Твіндек 4	Селітра	1676	—	-11,85	9,6		-19862,5	16091,1
Твіндек 5	Селітра							
Всього за вантажами		—	—	—	—	187613,9	-102259,2	89151,4
Всього за запасами		256	—	—	—	-5060		461
Судно порожнем		5430	—	—	—	-19,55		9,2
Всього			18200					

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків місцевої міцності

Вантажне приміщення	Найменування вантажу	Висота шару партії вантажу, м	Питомий навантажувальний об'єм з урахуванням сепарації U_v , м ³ /т	Фактичне навантаження P_f , т/м ²	Допустиме навантаження, $P_{доп}$, т/м ²	Критерій раціонального навантажування
Трюм 1	Селітра	6,1	1,38	4,4	9,5	0,46
Трюм 2	Селітра	10,9	1,38	7,9	9,5	0,83
Трюм 3	Селітра	3,75	1,38	3,8	9,5	0,4
	Елемент біологічного захисту	1,75	1,62			
Трюм 4	Селітра	12,2	1,38	8,9	9,5	0,94
Трюм 5	Селітра	15,5	1,38	9,4	9,5	0,99
Твіндек під баком	Селітра	6,9	1,38	3,8	4	0,95

3.3 Проєктування інформаційної системи управління вантажними роботами

Алгоритм програми розрахунку наведено на рисунку 3.6



Рисунок 3.6 – Алгоритм програми розрахунків завантаженості судна

Виконання усіх перелічених задач реалізовано за допомогою окремих відповідних модулів, розроблених за допомогою мови програмування Java

[21]. Формалізація області допустимого стану представлена у вигляді документації по судну з базою даних.

В основу проектування структури бази даних покладені завдання мінімізації дублювання даних і спрощення процедур їх обробки та поновлення, що реалізовано за допомогою побудови узагальненої фізичної моделі завантаженості судна (рисунок 3.7).

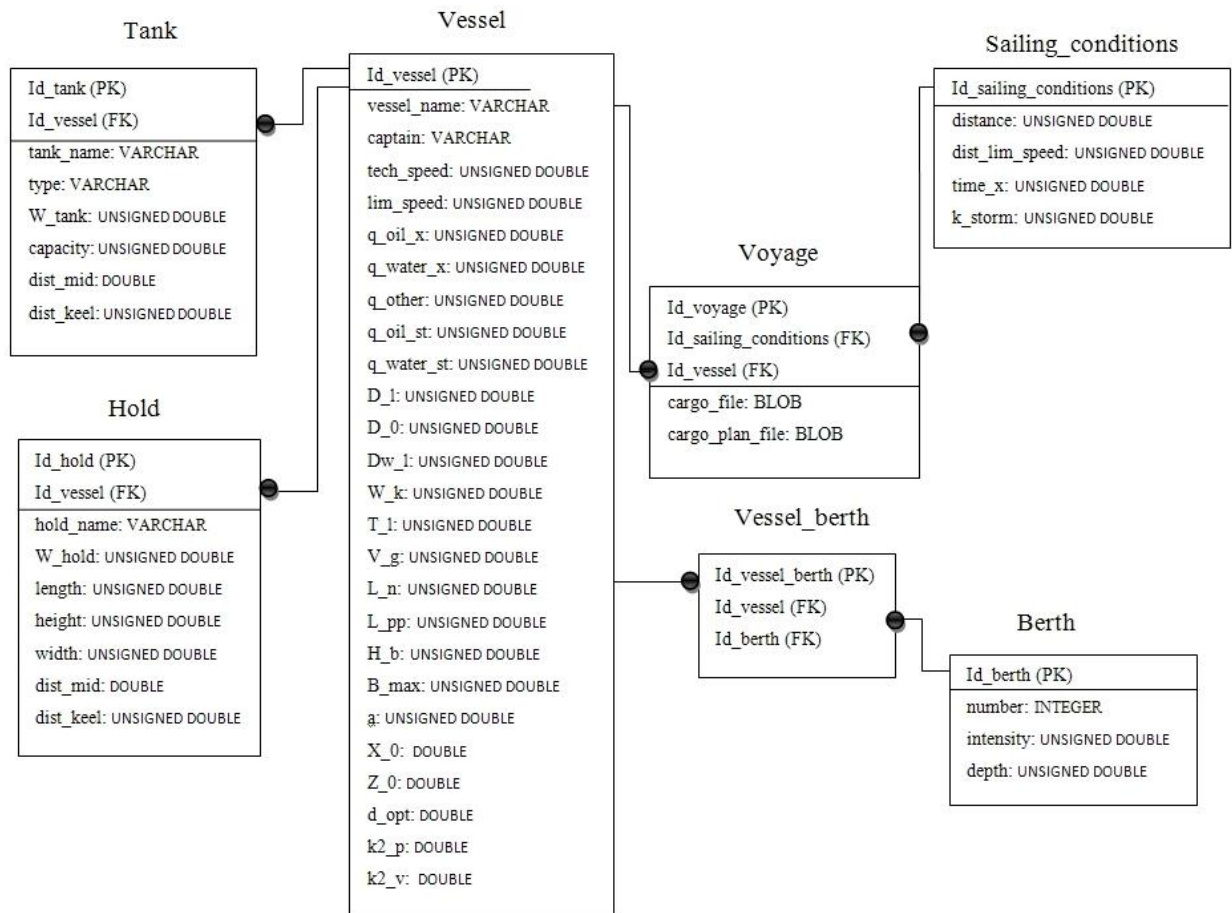


Рисунок 3.7 – Фізична модель бази даних інформаційної системи управління вантажними роботами

Згідно з розробленою моделлю, дані, що обробляються, подаються у вигляді таблиць, де як записи виступають основні атрибути об'єктів. Основним елементом інформаційної системи є інформативно-пошуковий масив документального типу. Розроблена база даних має віддалений доступ та є дворівневою, протестована за допомогою генератора даних. Серверна

частина виконує обслуговування та управління базою даних, відповідає за цілісність і збереження даних, забезпечує операції введення–виведення при доступі клієнта до інформації. Клієнтська частина системи управління базами даних забезпечує інтерфейс зв'язку користувача з базою даних: перетворює запити в команди запитів до серверної частини. Текст програми наведено у додатках (див. Додаток А). Розроблена інформаційна система може бути застосована для управління завантаження інших видів суден. Описи даних, накопичених у таблицях, дають змогу моделювати проекти і логістичні процеси як в умовах планування, так і оперативного управління.

3.4 Приклади реалізації інформаційної системи

На рисунках 3.8 і 3.9 у вигляді скріншотів наведено приклади реалізації розробленої інформаційної системи.

The screenshot shows a web-based form titled "Данные о судне" (Ship Data). It contains four input fields: "Судно:" (Ship), "Длина:" (Length), "Ширина:" (Width), and "Осадка:" (Draft). Below these is a green "+" button. The next section is titled "Данные о грузе" (Cargo Data) and contains three input fields: "Груз:" (Cargo) with the value "Конструкция биологической защиты" (Biological protection structure), "Удельный погрузочный объем:" (Specific loading volume) with the value "1, 621", and "Количество груза:" (Quantity of cargo) with the value "157 т". Below this is another green "+" button. The third section is titled "Данные об условиях рейса" (Ship conditions data) and contains two input fields: "Порт отправления:" (Port of origin) with the value "Одесса" (Odessa) and "Порт назначения:" (Port of destination) with the value "Генуя" (Genoa). Below this is a third green "+" button.

Рисунок 3.8 – Діалогове вікно користувача
(скріншот російською мовою)

У базу даних можуть заноситися відомості про вантаж та його пакування, тип та розмірення судна та його маршрут, як це показано на рисунку 3.8. Діалогове вікно інформаційної системи наведено на рисунок 3.9.

Каргоплан:

				Аммиачная селитра
Аммиачная селитра	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра
Аммиачная селитра	Аммиачная селитра	Элемент биологической защиты	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра

Дифферент оптимальный: -0.5 м

Дифферент расчетный: -0.46 м

Удифферентовать

Оптимальная метацентрическая высота: 0.6 м

Расчетная метацентрическая высота: 0.58 м

Исправить

Расчетный коэффициент прочности: 0.95

Корректировать грузовой план

Рисунок 3.9 – Результаты оптимального розташування вантажів:
діалогове вікно (скріншот російською мовою)

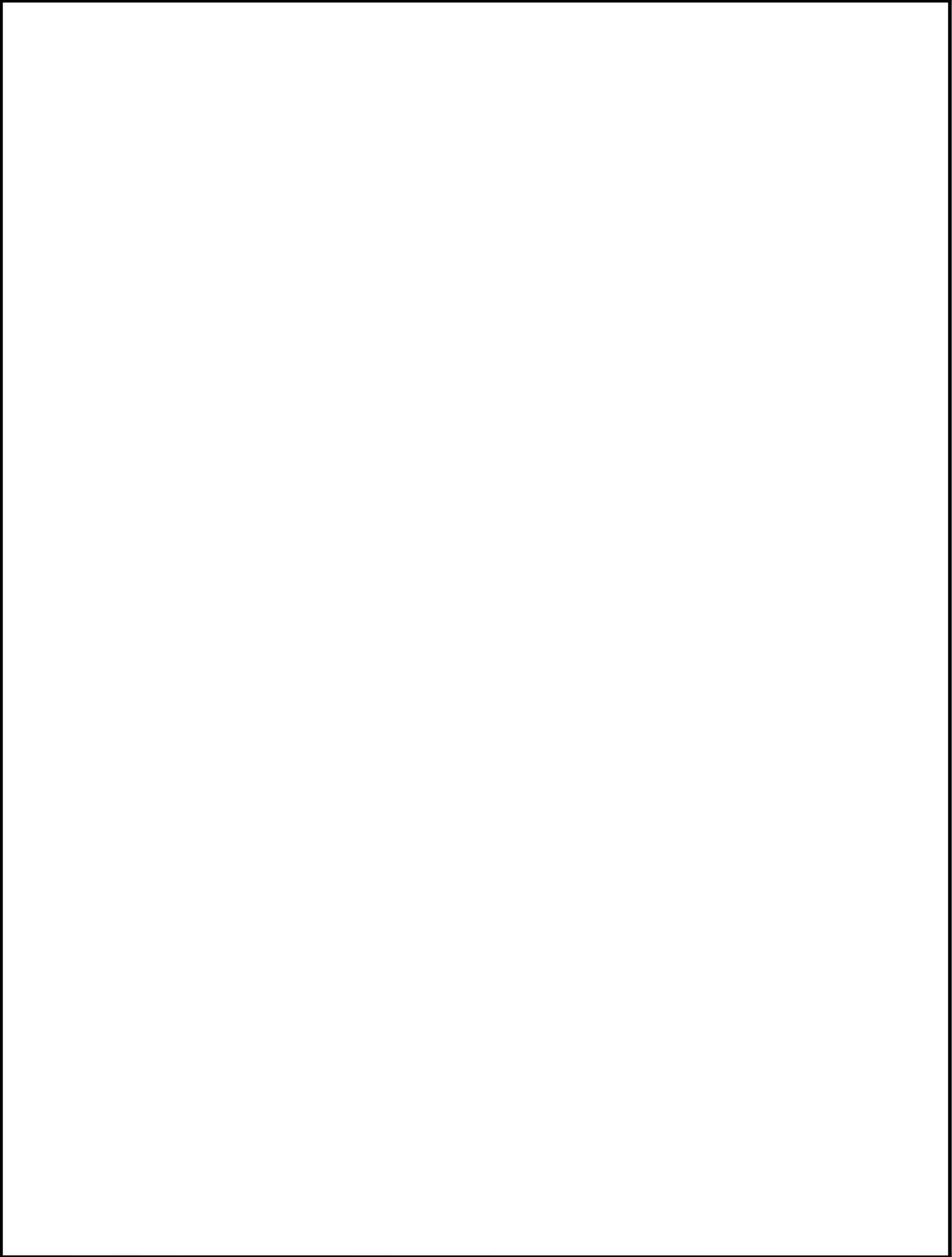
Програмний інтерфейс дає наочне уявлення та розкриває всі можливості розробленого програмного продукту.

3.5 Висновки до розділу 3

Розроблено нову інформаційну систему для управління процесами завантаження суден на припортових залізницях, практичну реалізацію якої розглянуто на прикладі одночасного транспортування на суховантажному судні серії Beluga P1-/P2 двох видів небезпечних вантажів: концентратів уранових руд і аміачної селітри, для чого у розділі:

- теоретичні і практичні передумови складання вантажного плану;

- розроблено математичну модель з введенням функції перевірки відповідної комбінації вантажу у трюмі обов'язковим критерієм завантаження, де за граничні умови обрано функції: суміжності вантажів, визначення послідовності завантаження трюму, перевірки диференту та остійності судна;
- в основу проєктування інформаційної системи управління вантажними роботами покладено новий алгоритм виконання розрахунків, реалізований за допомогою мови програмування Java
- розроблено фізичну модель бази даних системи і програмний інтерфейс, який дає наочне уявлення та розкриває всі можливості розробленого програмного продукту.



					ДР.122.6145юмз.07.04.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПРИПОРТОВІЙ ЗАПІЗНИЦІ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Студент	Казмиренко Ю						70	
Керівник	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова		
Консультант	Михелєв І. Л.							
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.							

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПРИПОРТОВІЙ ЗАЛІЗНИЦІ

4.1 Критерії та показники економічної ефективності

Ефективність впровадження інформаційних технологій у транспортній галузі має стратегічне значення: це вирішення завдань безпеки, логістики, мінімізації ризиків, організація телекомунікаційного зв'язку, формування документообігу, підвищення продуктивності праці, економія фінансів тощо. В основу впровадження нових ІТ у виробничі процеси покладено урівноваження стратегії підприємства зі інвестиціями у ІТ-технології; вирішення питань конкуренції шляхом створення інноваційних та стратегічних інформаційних систем; ефективності і продуктивності управління ресурсами; розробки технологічної політики та проектування ІТ для конкретного підприємства. Проблема економічної ефективності впровадження систем технічного діагностування і моніторингу на транспортних мережах України слабо висвітлена у публікаціях вітчизняних авторів.

Для впровадження нових інформаційних систем застосовано узагальнені методики, побудовані на розрахунках техніко-економічних показників та порівнянні експлуатаційних витрат з динамікою розвитку минулих років. Узагальнене техніко-економічне обґрунтування впровадження інформаційних систем включає у себе: визначення трудомісткості; розрахунок витрат на її розробку та можливої собівартості; економічне обґрунтування вибору технічних і програмних засобів; оцінку соціально-економічних результатів функціонування.

Розвитку набувають два основних підходи: фінансовий – надає вартісну оцінку будь-якої компоненти інформаційної системи: для порівняння застосовуються грошові форми; змішаний – містить фінансову і

нефінансову складові. Економічний ефект від впровадження полягатиме у збільшенні контролю над витратами, зокрема виключення можливості нецільового використання виробничих запасів. Вагомим внеском також слід вважати зниження трудовитрат, а саме: скорочення часу на формування та оброблення даних показників приладів автоматики; виключення дублювання вводу інформації в комп'ютерну систему; скорочення часу для формування звітності та передачі даних до офісу управління.

В основі розрахунків від нових підходів до організації вантажних операцій на припортових залізницях слід використовувати поняття про диференціацію витрат [15] на прямі і непрямі витрати, капітальні і поточні вкладення. До прямих витрат відносяться витрати на заробітну плату, закупівлю обладнання і програмного забезпечення, суму амортизації на основні фонди, що відносяться до інформаційних технологій. Прямі чинники економічного ефекту включають у себе зменшення трудомісткості процесу обліку та роботи з документацією, складання технологічних заходів, а також зменшення чисельності персоналу, який обслуговує припортову залізницю. Непрямими чинниками економічного ефекту є вірогідність інформації, доступ до даних серверу технічного обслуговування, можливості керування базами даних, скорочення витрат робочого часу через підвищення продуктивності праці (тобто ефективне використання робочого часу й виконання більшого обсягу робіт); контроль інформації та підвищення рівня професійної підготовки персоналу. Таким чином, в основу техніко-економічного обґрунтування щодо необхідності впровадження нових інформаційних систем у мережах залізнично-водного сполучення покладено необхідність створення засобів аналізування та обробки інформації отриманих даних, що сприятиме зменшенню та виключенню втручання персоналу з подальшою економією витрат на заробітну платню та електроенергію.

4.2 Ефективність впровадження нового інформаційного забезпечення з врахуванням непрямих чинників

Науково-технічним підґрунтям для визначення ефективності впровадження нових засобів управління вантажними операціями ґрунтується на поняттях вірогідності інформації, доступу до даних у режимі реального часу, введення єдиної корпоративної бази даних у режимі реального часу, контролю інформації, скорочення витрат робочого часу, пов'язаного з документообігом, підвищення професійного рівня підготовки персоналу, визначення ціни програмного продукту тощо. Обрані показники наведено у таблиці 4.1. В таблиці 4.2 наведено результати розрахунків трудомісткості щодо впровадження інформаційної системи.

Таблиця 4.1 – Показники ефективності впровадження нової інформаційної системи [складено автором]

Чинник і розрахункова формула	Опис складових
Вірогідність інформації $E_{inf} = BZ_{витр} + BZ_{оприб.} \cdot K_{inf}$	$E_{inf.}$ – вірогідність інформації; $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів; $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів; $K_{inf.}$ – коефіцієнт зростання вірогідності інформації
Доступ до даних у режимі реального часу $E_{\partial} = BZ_{витр} + BZ_{оприб.} \cdot K_{не}$	E_{∂} – доступ до даних; $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів; $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів; $K_{не}$ – коефіцієнт підвищення ефективності від зростання доступу до даних
Введення серверу технічного обслуговування припортових залізниць $E_{сто} = BZ_{витр} + BZ_{оприб.} \cdot K_{сто}$	$E_{сто}$ – сервер технічного обслуговування $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів $K_{сто}$ – коефіцієнт підвищення ефективності від введення серверу

Чинник і розрахункова формула	Опис складових
	технічного обслуговування
Автоматизований контроль $E_{нк} = BZ_{витр} + BZ_{оприб} \cdot K_{нк}$	$E_{нк}$ – автоматизований контроль за показниками; $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів; $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів; $K_{нк}$ – коефіцієнт зниження відмов залізничної автоматики внаслідок автоматизованого контролю за показниками
Скорочення витрат робочого часу $E_{сврч} = BZ_{витр} + BZ_{оприб} + K_{сврч}$	$E_{сврч}$ – скорочення витрат робочого часу; $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів; $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів; $K_{сврч}$ – коефіцієнт скорочення витрат робочого часу
Підвищення рівня професійної підготовки персоналу $E_{нр} = BZ_{витр} + BZ_{оприб} \cdot K_{нр}$	$E_{нр}$ – підвищення рівня професійної підготовки; $BZ_{витр}$ – вартість витрачених коштів; $BZ_{оприб.}$ – вартість оприбуткованих коштів; $K_{нр}$ – коефіцієнт зниження витрат від підвищення професійної підготовки
Визначення ціни програмного продукту $E_{ц} = B_m + B_n + B_{с} + B_i$	$E_{ц}$ – ціна програмного продукту; B_m – придбання техніки B_n – проектування інформаційної системи; $B_{с}$ – витрати на супроводження $B_{с}$ – витрати на впровадження; B_i – інші витрати
Ефект від впровадження інформаційної системи $E_{іс} = E_{інф} + E_{д} + E_{сто} + E_{нк} + E_{сврч} + E_{нр} - E_{ц}$	$E_{інф.}$ – вірогідність інформації; $E_{д}$ – доступ до даних; $E_{сто}$ – сервер технічного обслуговування; $E_{нк}$ – автоматизований контроль за показниками; $E_{сврч}$ – скорочення витрат робочого часу; $E_{нр}$ – підвищення рівня професійної підготовки; $E_{ц}$ – ціна програмного продукту

Таблиця 4.2 – Трудомісткість щодо впровадження інформаційної системи
(результати розрахунків)

Етап розробки інформаційної системи	Вид робіт	Трудомісткість розробки ІС, чол. × год
Проектування системи	Постановка завдання, вивчення теоретичного матеріалу	96
	Розробка структурної схеми інформаційної системи	72
	Розробка схеми електричної принципової інформаційної системи	216
	Розробка друкованої плати інформаційної системи	64
Всього на даному етапі		448
Розробка програмного забезпечення	Постановка завдання створення ПЗ інформаційної системи	32
	Розробка алгоритму та блок-схеми ПЗ інформаційної системи	64
	Побудова Web-серверу інформаційної системи	40
	Складання програми по готовій блок-схемі, налагодження програми на ЕОМ, підготовка відповідної документації	328
Всього на даному етапі		464
Виготовлення, налагодження системи	Виготовлення, зборка, програмування інформаційної системи	112
	Тестування, налагодження маршрутного інформаційної системи	96
Всього на даному етапі		208
Всього трудомісткість створення системи		1120

Складання кошторису включати у себе наступні статті витрат: матеріальні витрати; витрати на оплату праці; відрахування на соціальні потреби; амортизація основних фондів; інші витрати.

У статтю «Матеріальні витрати» включаються витрати на основні і допоміжні матеріали та енергію, необхідні для розробки інформаційної системи.

Таблиця 4.3 – Витрати на матеріальні ресурси

Найменування матеріального ресурсу	Кількість витраченого матеріалу, шт	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
MC34063AD/ FAIR/ SO8-150-1.27	1	5,60	5,60
ADM2483BRWZ	1	83,50	83,50
CP2102-GMR	1	28,00	28,00
ATmega16A-AU	1	40,00	40,00
TS809CXA	1	5,60	5,60
P10CU-0505ELF	1	102,00	102,00
кварцевый резонатор 20 МГц	2	20,26	41,52
ВН-10R (розетка на плату угловая);	5	7,8	39,00
IDC-10 (розетка под шлейф);	8	6,0	48,00
HT508	12	6,10	73,20
CDRH64BNP - 151MC	3	15,08	45,24
CDRH 4D18NP – 1R0NC	3	16,90	50,70
P6KE36CA	3	1,9	5,7
33 мкФ 35В типоразмер «D»	1	11,16	11,16
22 мкФ 10В типоразмер «B»	1	7,20	7,20
100 мкФ 10В типоразмер «D»	1	9,14	9,14
HCNR200-000E	2	31,00	62,00
MAX13412E	1	52,22	52,22
B6S	2	1,70	3,40
Додаткові матеріали		110,00	110,00
Виготовлення плати блоку розширення	2	775,00	1550,00
Виготовлення плати блоку курування	1	1179,50	1179,50
3552,68 грн			

Застосовуючи методику, розроблену авторами роботи [68] можна визначити річний економічний ефект від впровадження розробленої інформаційної системи

$$EE_p = (3_{pn} - 3_a - 3_c) - E_n \cdot 3_k, \quad (4.1)$$

де 3_{pn} – затрати ручної праці, тобто цей показник визначається для тих працівників, які вирішують завдання занесення та обробки показників пристроїв залізничної автоматики вручну; 3_a – затрати праці з

використанням запропонованої інформаційної системи; $З_c$ – затрати праці з використанням інформаційної системи та виробничі витрати; $З_k$ – капітальні витрати на придбання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, як правило $E_n = 0,15$.

Ефективність капітальних вкладень визначається за формулою

$$E = \frac{З_{pn} - З_a - З_c}{З_k} \quad (4.2)$$

Впровадження інформаційної системи буде вважатися ефективним, якщо розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень буде більшим за нормативний. Термін окупності капітальних вкладень можна визначити за формулою

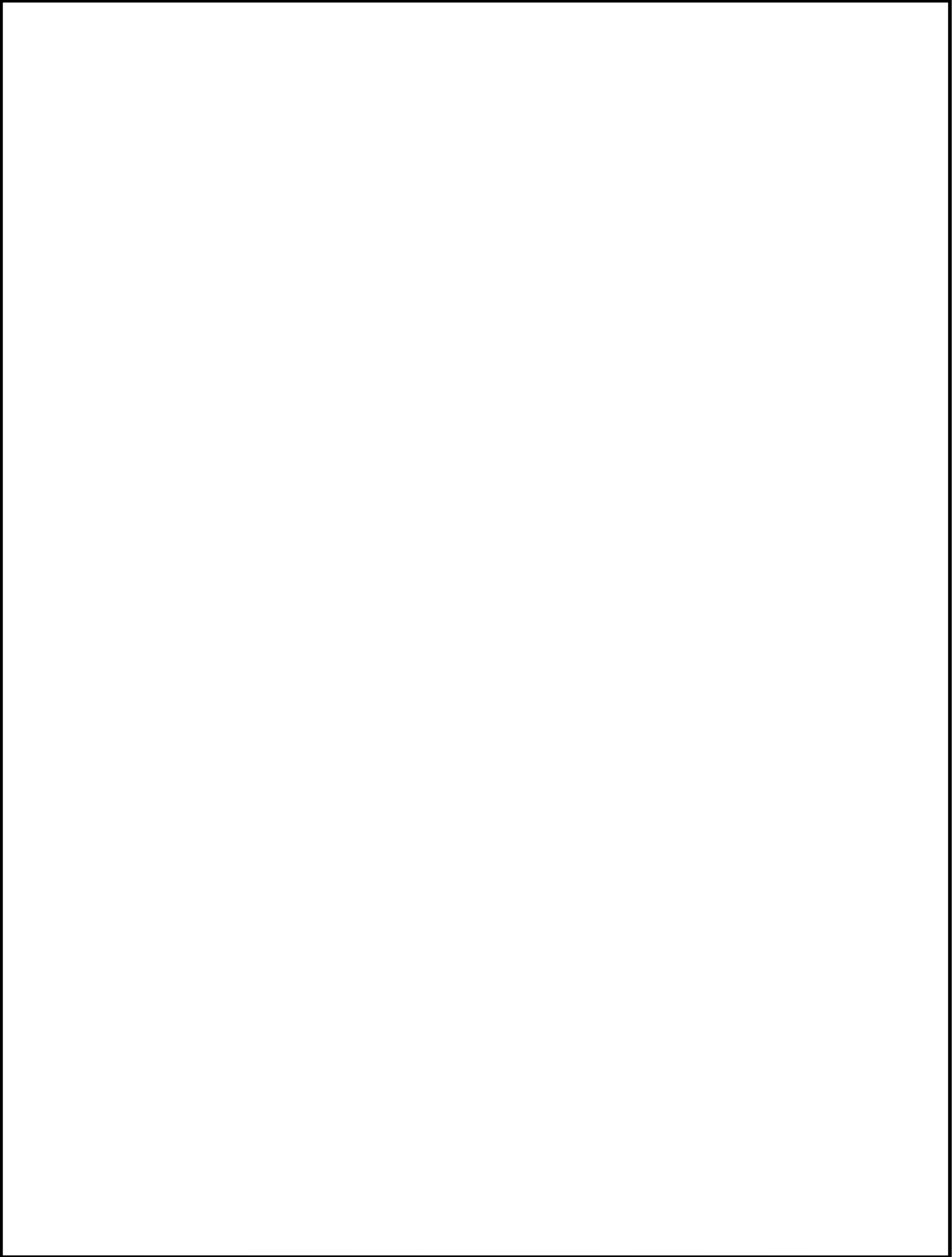
$$T = \frac{1}{E} = \frac{З_k}{З_{pn} - З_a - З_c} \quad (4.3)$$

Важливим чинником при впровадженні інформаційних систем є оцінка реального масштабу підприємства. Стійкий позитивний результат спостерігається лише при оборотах, що перевищують 500 млн \$, тобто коли відношення отриманого ефекту до витрат впровадження та утримання системи дорівнюється до 100 %.

4.3 Висновки до розділу

1. Проаналізовано тенденції підвищення економічної ефективності від впровадження на припортових залізницях нового інформаційного забезпечення.

2. Визначено показники ефективності впровадження нового інформаційного забезпечення для управління вантажними операціями на припортових залізницях, на підставі яких розраховано термін та ефективність окупності капітальних вкладень.



					ДР.122.6145юмз.07.05.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
					ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Аркуш
Студент	Казимиренко Ю						Аркушів
Керівник	Михелєв І. Л.						78
Консультант	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова	
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.						

5 ОХОРОНА ПРАЦІ НА МІСЦІ СИСТЕМНОГО АНАЛІТИКА ПРИПОРТОВІЙ ЗАЛІЗНИЦІ

5.1 Освітлення

Згідно СНіП II-4-79 в приміщенні, де встановлені комп'ютери, необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Вимоги до освітленості в приміщеннях, де встановлені комп'ютери, наступні: при виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна складати 300лк, а комбінована – 750лк; аналогічні вимоги при виконанні робіт середньої точності – 200 і 300лк відповідно. Крім того усе поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно – ця основна гігієнічна вимога. Іншими словами, ступінь освітлення приміщення і яскравість екрану комп'ютера повинні бути приблизно однаковими, тому що яскраве світло в районі периферійного зору значно збільшує напруженість очей і, як наслідок, призводить до їх швидкої стомлюваності.

5.2 Параметри мікроклімату

Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, у той час як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка сталості температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла в навколишнє середовище. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем. Обчислювальна техніка є джерелом істотних тепловиділень, що може привести до підвищення температури і зниження відносної вологості в приміщенні. У приміщеннях, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певні параметри мікроклімату. У санітарних нормах СН-245-71 встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються

залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру виробничого приміщення (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату для приміщень,
обладнаних комп'ютерною технікою

Період року	Параметри мікроклімату	Значення
Холодний	Температура повітря в приміщенні	22...24 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість повітря	до 0,1 м/с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	23...25 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість повітря	0,1...0,2 м/с

Об'єм приміщень, в яких розміщені працівники обчислювальних центрів, не повинен бути менше 19,5м³/ на людину з урахуванням максимального числа одночасно працюючих в зміну. Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери, приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Норми подачі свіжого повітря для приміщень,
обладнаних комп'ютерною технікою

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається до приміщення (м ³ на одну людину в годину)
Об'єм до 20 м ³ на людину	Не менше 30
Об'єм до 20 м ³ на людину	Не менше 20
Об'єм до 20 м ³ на людину	Природна вентиляція

5.3 Шум і випромінювання

Шум погіршує умови праці, роблячи шкідливий вплив на організм людини: працюючи в умовах тривалого шумового впливу відчують дратівливість, головний біль, запаморочення, зниження пам'яті, підвищену стомлюваність, зниження апетиту, біль у вухах тощо. Такі порушення в

роботі організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини аж до стресових. Під впливом шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, з'являється втома у зв'язку з підвищеними енергетичними витратами і нервово-психічним напруженням, погіршується мовна комутація.

Тривала дія інтенсивного шуму [вище 80 дБ (А)] на слух людини приводить до його часткової або повної втрати. Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 50дБА. Для зниження рівня шуму стіни і стеля приміщень, де встановлені комп'ютери, можуть бути облицьовані звукопоглинальними матеріалами. Більшість вчених вважають, що як короточасний, так і тривалий вплив усіх видів випромінювання від екрану монітора безпечно для людини. Проте вичерпних даних щодо небезпеки дії випромінювання від моніторів на працюючих з комп'ютерами не існує і дослідження в цьому напрямку тривають.

Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці оператора комп'ютера звичайно не перевищує 10мкбер/год, а інтенсивність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань від екрану монітора лежить в межах 10...100мВт/м². Для зниження дії цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори із зниженим рівнем випромінювання, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку. Слід обмежити тривалість робочої діяльності біля екрана, не розмішувати дисплеї концентровано в робочій зоні, вимикати дисплей, якщо на ньому не працюють.

5.4 Ергономічні вимоги до робочого місця

Проектування робочих місць відноситься до числа важливих проблем ергономічного проектування в області обчислювальної техніки. Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця

співробітника повинні бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення обладнання, достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення. Ергономічними аспектами проектування робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей до екрану, документа, клавіатури), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, можливість регулювання елементів робочого місця.

Головними елементами робочого місця співробітника є стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення співробітника. Рациональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, має бути розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору. Оптимальне розміщення предметів праці і документації в зонах досяжності представлено на рисунку 5.1.

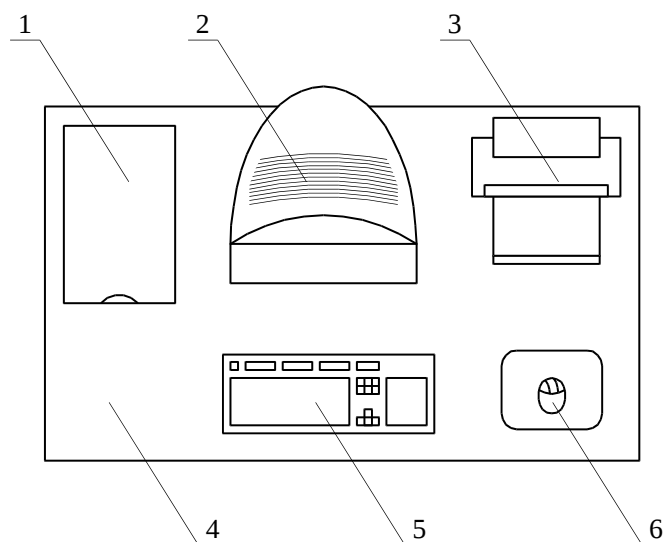


Рисунок 5.1 – Розміщення основних складових робочого місця

1 – сканер, 2 – монітор, 3 – принтер, 4 – поверхня робочого столу, 5 – клавіатура, 6 – маніпулятор типу «миша»

Для комфортної роботи співробітника стіл повинен задовольняти наступним вимогам:

- висота столу повинна бути вибрана з урахуванням можливості сидіти вільно, у зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;
- нижня частина столу повинна бути сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти і не був змушений підтискати ноги;
- поверхня столу повинна мати властивості, що виключають появу відблисків у полі зору програміста;
- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менше 3 для зберігання документації, лістингів, канцелярського приладдя).

Висота робочої поверхні рекомендується в межах 680...760 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура, повинна бути близько 650 мм. Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, висота сидіння над рівнем підлоги перебуває в межах 420...550 мм. Поверхня сидіння м'яка, передній край закруглений, а кут нахилу спинки – регульований.

Положення екрану визначається:

- відстанню зчитування (0,6 ... 0,7 м);
- кутом зчитування, напрямком погляду на 20° нижче горизонталі до центру екрану.

Повинна також передбачатися можливість регулювання екрану: по висоті +3 см; по нахилу від -10° до +20° щодо вертикалі; в лівому і правому напрямках. Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болі в м'язах, суглобах і сухожиллях. Вимоги до робочої пози користувача наступні:

- голова не повинна бути нахилена більш ніж на 20°,
- плечі повинні бути розслаблені,
- лікті — під кутом 80° ... 100°,

- передпліччя і кисті рук — у горизонтальному положенні.

Причина неправильної пози користувачів обумовлена наступними чинниками: немає хорошої підставки для документів, клавіатура знаходиться дуже високо, а документи - низько, нікуди покласти руки і кисті, недостатній простір для ніг. Вагоме значення для продуктивної і якісної роботи на комп'ютері мають розміри знаків, густина їх розміщення, контраст і співвідношення яскравості символів і фону екрану. Якщо відстань від очей до екрана дисплея становить 60...80 см, то висота знаку повинна бути не менше 3 мм, оптимальне співвідношення ширини і висоти знаку складає 3:4, а відстань між знаками – 15 ... 20% їх висоти. Співвідношення яскравості фону екрану і символів – від 1:2 до 1:15. Під час користування комп'ютером медики радять встановлювати монітор на відстані 50...60 см від очей. Фахівці також вважають, що верхня частина дисплея повинна бути на рівні очей або трохи нижче. Коли людина дивиться прямо перед собою, його очі відкриваються ширше, ніж коли він дивиться вниз. За рахунок цього площа огляду значно збільшується, викликаючи обезводнення очей. До того ж якщо екран встановлений високо, а очі широко відкриті, порушується функція моргання: очі не закриваються повністю, чи не омиваються слізної рідиною, не отримують достатнього зволоження, що приводить до їх швидкої стомлюваності.

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочих місць на виробництві має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, позитивно впливає на продуктивність.

Висновок до розділу 5

Проаналізовано систему освітлення, параметри мікроклімату, вплив шуму та випромінювання на робочому місці системного аналітика припортовій залізниці.

					ДР.122.6145юмз.06.07.ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата									
					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Студент		Казимиренко Ю									85		
Керівник	Михелєв І. Л.								НУК ім адм. Макарова				
Консультант	Михелєв І. Л.												
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.												

6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИПОРТОВІЙ ЗАЛІЗНИЦІ

6.1 Забруднення навколишнього середовища на припортових залізницях

Народне господарство південного регіону України має індустріально-аграрну спеціалізацію, тому експлуатація всіх видів транспорту безпосередньо пов'язана з продуктами сільського господарства та харчової промисловості. Залізничні перевезення налаштовані на потужний вантажообіг, у якому переважають мінеральні добрива, кам'яне вугілля, будівельні матеріали, нафтопродукти, чорні метали тощо та тісно взаємодіють з морськими портами в Одесі, Миколаєві, Херсоні, Рені, Іллічевську та Ізмаїлі та річковими портами Дніпровського басейну (Херсон, Київ, Днепропетрівськ). Тому слід вважати, що шкідливий вплив на екологію від припортових залізниць повинно розглядати як з боку залізничної мережі, так й з боку забруднення акваторій суднами.

Залізний транспорт може спричиняти забруднення повітря, забруднення ґрунту, шумове та вібраційне забруднення [7,23]. Рівень забруднення повітря визначається часом розподілу речовин, що виділяються при роботі двигунів внутрішнього згоряння (таблиця 6.1) в залежності від режимів роботи його двигуна.

Таблиця 6.1 – Рівень забруднення повітря [23]

Компонентний склад вихлопних газів дизельних двигунів		Час розпаду шкідливих речовин з вихлопних газів дизельних двигунів	
N, %	76...78	S ₄ NOC ₂	3...5 днів
CO ₂ , %	1...10	H ₂ S	40 днів
CO, %	0,001...0,05	CO	3 роки
Сажа, г/см ³	0,01...1,1	Метан	8...16, 100 років
Бензапірен, мкг/см ³	до 10	Озон O ₃	7 днів
7-8 % відпрацьованих газів є токсичними, 2-3 % – картерні гази, пари палива		NO ₂	5 днів
		H ₂ O ₂	14 днів
		CO ₂	7 днів
		N ₂ O	150 років

Забруднення ґрунту оцінюється за кількісними показниками сухих та рідких викидів. Так, за один рік приблизно скидається 200 м³ стічних вод, 12 т сухого сміття, 3,5 т сажі [23]. Рівень шуму біля залізничного полотна під час проходження сягає 100...120 дБ.

Причини забруднення акваторії портів пов'язані як з їх експлуатаційною діяльністю, так й з викидами токсичних речовин при стоянках, здебільшого нафти та нафтопродуктів. До експлуатаційних чинників належать забруднення судновими двигунами; води, призначені для мийки танків, баластні води, що зливаються за борт. Крім того, переважна кількість суден обладнана дизельними двигунами; невелику кількість складають судна з паротурбінними установками.

Основними забруднювачами водного басейну портів вважаються нафта і нафтопродукти. Перед кожним перезавантаженням танкерів для видалення решток раніше перевезеного вантажу робиться мийка танків (ємкостей). При цьому промивна вода і залишки вантажу можуть попадати за борт. Також після доставки нафтовантажів у порти танкери направляються до пункту нового завантаження без вантажу: для забезпечення належної осадки і безпечності плавання нафтові танки судна заповнюються баластною водою, як також у свою чергу забруднюється нафтовими залишками.

Головну роль у забрудненні моря при морських перевезеннях відіграють викиди теплових двигунів: гази CO, CO₂, C_xH_y є важкими за повітря і накопичуються на поверхні водного середовища, а також беруть участь у окислювальних реакціях і в кінці перетворюються на CO₂, наявність якого у атмосфері викликає парниковий ефект. Складові забруднення Світового океану вуглеводнями наведено у таблиці 6.2. Негативний вплив та шкоду на водне середовище також вказують важкі метали та окисли, зокрема залізо. Небезпечними є шум і вібрації теплових двигунів. Тому на даний час розглядається питання переведення суден прибережного плавання і портового флоту на природний газ і застосування водню з гідридних акумуляторів до рідкого палива [23].

Таблиця 6.2 – Складові забруднення Світового океану
вуглеводнями [23]

Джерела забруднень	Кількість, млн. т.
Використання дизельних енергетичних установок	114,26
Випарення нафтовантажів танкерним флотом з урахуванням вантажних операцій	19,4
Випарення нафтопродуктів на суші і надходження у морське середовище з опадами	10,00
Викиди незгорілого палива	1,83
Злив баластних вод з суден	4,3
Антропогенні викиди на суші	3,0
Викиди вуглеводів у морське середовище	14,3
Берегові стоки	0,8
Природне просочування з дна	0,6
Розливи нафтопродуктів при аваріях танкерів	0,3
Вилив нафтопродуктів з льяльними водами	0,5

6.2 Заходи щодо запобігання та боротьби із забрудненнями навколишнього середовища на припортових залізницях

Залізничний транспорт серед наземних видів транспорту вважається найбільш економічним та екологічним [23]. Головним напрямком сучасних заходів щодо підвищення небезпечного екологічного стану на залізницях пов'язано зі зниженням токсичності відпрацьованих газів та економією пального. При цьому увагу наділяється вдосконаленню процесу горіння пального в циліндрах з досягання мінімальних показників шкідливих речовин. Для цього насамперед розробляються засоби для зменшення кількості окису азоту у відпрацьованих газах: використання 4-тактних двигунів, впровадження систем рециркуляції азоту (повторного запускання відпрацьованих газів у камеру згорання). Для зменшення димності використовують антидимні присадки, додавання яких зменшує кількість сажі на 50...90 %.

До основних заходів попередження забруднення водного басейну транспортними судами відносяться:

- заборона скидання забруднюючих відходів з суден у внутрішніх водоймах;
- обладнання суден додатковими засобами і установками для утилізації або знешкодження деяких видів відходів, для тимчасового накопичення частини відходів з наступною задачею їх на берег з метою знешкодження або переробки.

Для цього у всіх портах створено спеціальні служби для захисту довкілля від забруднення, діяльність яких пов'язано з контролем за виконанням загальнодержавних законів і відомчих наказів, а також взаємодією та співпрацею з технічними підрозділами та службами.

6.3 Висновки до розділу

1 Проаналізовано шкідливі фактори щодо забруднення навколишнього середовища на припортових залізницях півдня України.

2 Розглянуто заходи щодо запобігання та боротьби із забрудненнями навколишнього середовища на залізничних ділянках та водних акваторіях припортових залізниць.

					ДР.122.6145юмз.07.00.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
					ВИСНОВКИ			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Студент	Казимиренко Ю									90	
Керівник	Михелєв І. Л.							НУК ім адм. Макарова			
Консультант											
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.										

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано особливості організації вантажних операцій на припортових залізницях: розглянуто проблемні питання функціонування транспортно-технологічних систем як складних технічних систем, методи системно-аналітичних досліджень на транспортних підприємствах та програмні засоби для роботи з вантажними операціями. Визначено, що підвистити ефективність управлінських робіт можливо в результаті застосування синергетичного підходу з новим інформаційним забезпеченням, в основу розробки якого покладено принципи синхронізації діяльності залізниці і порту.

2. Досліджено науково-практичні принципи функціонування транспортно-технологічних систем припортових залізниць:

- з використанням синергетичного підходу запропоновано нову концепцію до організації вантажних операцій з визначенням організаційних, економічних та експлуатаційних факторів, які проаналізовано за допомогою діаграми Ікави: за результатами складено програму заходів щодо їх підвищення;
- за допомогою методу аналізу ієрархій розглянуто прогноз розвитку ситуації мінімізації експлуатаційних витрат на припортовій залізниці: встановлено позитивний вплив збільшення корисного об'єму вантажів на фактори, пов'язані з простом суден та поїздів в очікуванні завантаження, з вантажообігом, технічним обслуговуванням вантажних операцій та сумісність вантажів.

3 Розроблено нову інформаційну систему для управління вантажними операціями на припортових залізницях, в основу проєктування якої покладено математичну модель складання вантажного плану судна та алгоритм виконання розрахунків, що реалізовано на прикладі одночасного транспортування небезпечних вантажів (концентратів уранових руд і аміачної селітри) на суховантажному судні. Програмний інтерфейс дає

наочне уявлення та розкриває всі можливості розробленого програмного продукту, розробленого на мові програмування Java.

4 Проаналізовано тенденції підвищення ефективності виконання вантажних робіт на припортових залізницях, на підставі чого з урахуванням непрямих чинників визначено показники економічної ефективності впровадження нової інформаційної системи.

5 Розглянуто заходи щодо охорони праці на автоматизованому робочому місці системного аналітика на припортовій залізниці.

6 Проаналізовано шкідливі фактори щодо забруднення навколишнього середовища на припортових залізницях півдня України; розглянуто заходи щодо охорони навколишнього середовища.

Наукове значення роботи. Одержані результати спрямовані на вирішення науково-прикладного завдання інформаційного забезпечення управління вантажними операціями на припортових залізницях.

Наукова новизна виконаних досліджень полягати у наступному:

- вперше для припортових залізниць застосовано синергетичний підхід до організації вантажних операцій, за допомогою якого визначено організаційні, економічні та експлуатаційні складові функціонування транспортно-технологічних систем як складних технічних систем
- удосконалено підхід до управління вантажними операціями на припортових залізницях, який за рахунок розробки нової інформаційної системи дає змогу формувати завантаженість суден за принципами ефективного розміщення вантажів та скорочення терміну простою транспорту.

Практичне значення роботи полягатиме у ситуаційному аналізі організаційно-технічних рішень з інформаційного забезпечення та розробці програми заходів щодо їх усунення. Результати роботи можуть бути застосовані у сучасній практиці стивідорних та логістичних компаній.

Подальші дослідження пов'язані з реалізацію запропонованих рішень задач синтезу і аналізу та впровадження інформаційної системи на припортових залізницях.

Результати роботи опубліковано у наступних наукових працях:

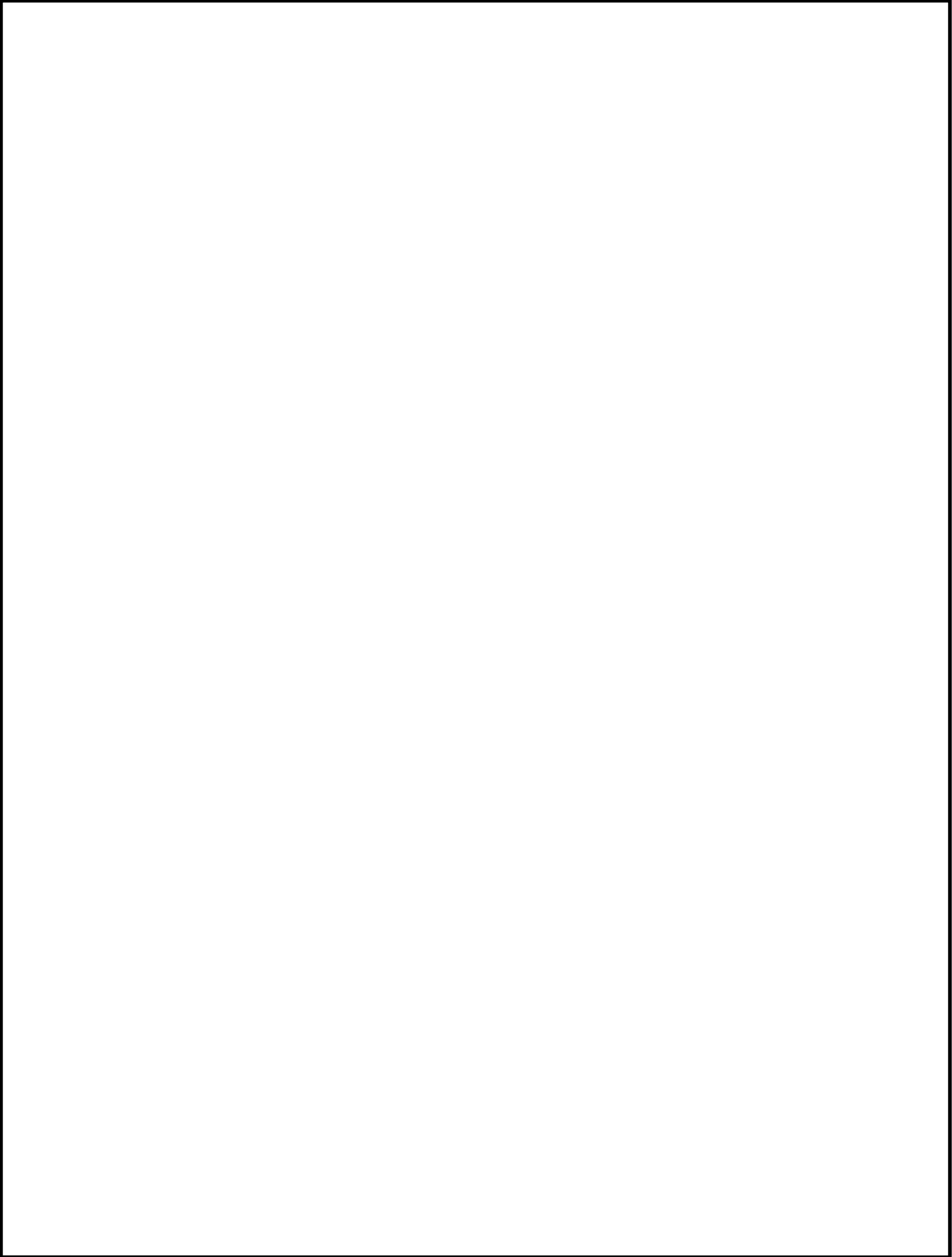
Публікації за результатами магістерської роботи:

1 Kazymyrenko Y. System and analytical of the development of transport and technological systems of railway ferries / **Y. Kazymyrenko**, O. Drozd, O. Yeholnikov, H. Morozova // Technology audit and production reserves. – 2020. – № 2/2 (52). – pp. 40-42.

2 Казимиренко Ю. О. Модель функціонування ролкерної транспортно-технологічної системи залізничного порома / **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников // Матеріали всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Сучасні технології проектування, побудови та ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв : НУК, 2020. – С. 72-76.

3 Дослідження процесів експлуатації транспортно-технологічних систем залізничних поромів як складних технічних систем / **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников, Г. С. Морозова // Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці»). – Миколаїв: НУК, 2020: том 2 – С. 161-163.

4 Процеси обміну інформацією при технічному обслуговуванні засобів автоматики припортових залізниць / В. І. Гаврилюк, **Ю. О. Казимиренко**, О. В. Дрозд, О. О. Єгольников // Матеріали IX міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНПУ, 2020. – С. 301-304.



					ДР.122.6145юмз.07.00.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
					ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	Літ.	Аркушів
Студент	Казимиренко ЮО						
Керівник	Михелєв І. Л.					94	
Консультант						НУК ім адм. Макарова	
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.						

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- 1 Аксютин Л. Р. Грузовой план судна / Л. Р. Аксютин. – Одесса : ЛАТСТАР, 1999. – 366 с.
- 2 Альошинський Є. С. Дослідження етапів розподілу процесу переробки міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях / Є. С. Альошинський, С. О. Світлична, Ю. Ю. Виборкова // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2013. – № 4/1 (12). – С. 27-33.
- 3 Бутько Т. В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків / Т. В. Бутько, Т. В. Головка // Збірник наук праць ДонІЗТ. – 2006. – С. 5-13.
- 4 Головка, Т. В. Удосконалення процесу взаємодії залізничного та водного транспорту на основі вимог логістики / Т. В. Головка, О. О. Паровик // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2014, вип. 146. – С. 66-70.
- 5 Головка Е. М. MASTERLOAD – интегрированный программный комплекс для судового компьютера / Е. М. Головка, О. В. Одегова, А. Н. Суслов // Судостроение. – № 3. – С. 15-28.
- 6 Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт ; пер. с англ. К. А. Птицына. – М. : Вильямс, 2005. – 1328 с.
- 7 Завальнюк С. И. Железнодорожные паромные переправы как элемент транспортной инфраструктуры / С. И. Завальнюк, В. А. Рыбацкий // Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: Сборник результатов научных исследований. – Киров. – 2018. – С. 496-505.
- 8 Закон України про морські порти України // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013. – 2013. – № 7, ст 65.
- 9 Згуровский М. З. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения : монография / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова; Ин-т прикладного системного анализа НАН Украины. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – К. : Наук. думка, 2011. – 276 с.

10 Иванова Г. С. Объектно-ориентированное программирование / Г. С. Иванова, Т. Н. Никишкина : учебник. – М. : Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2014. – 456 с.

11 К вопросу об актуальности разработки и внедрения АСУ логистического центра припортовой железной дороги / В. С. Тимченко [и др.] // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2018. – Т.8. – № 1. – С. 20-26.

12 Козырев, В. К. Грузоведение : учебник для ВУЗов / В. К. Козырев. – О. : Феникс ; М. : РКонсульт, 2005. – 358 с.

13 Колпаков Р. М. Верхняя и нижняя оценки трудоемкости метода ветвей и границы для задачи о ранце / Р. М. Колпаков, М. А. Посыпкин // Труды ИСА РАН, 2008. – Т. 2. – С. 137-158.

14 Кособокова Е. Н. О моделировании работы станции обслуживания паромной переправы / Е. Н. Кособокова // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2005. – № 1. – С. 11-18.

15 Котубай О. М. Економічні механізми розвитку торговельного мореплавання в Україні. – деса : ІПРЕЕД НАН України, 2014. – 453 с.

16 Милославская С. В. Транспортно-технологические системы / С. В. Милославская, Ю. А. Почаев. – М. : Изд-во «Альтаир», 2004. – 133 с.

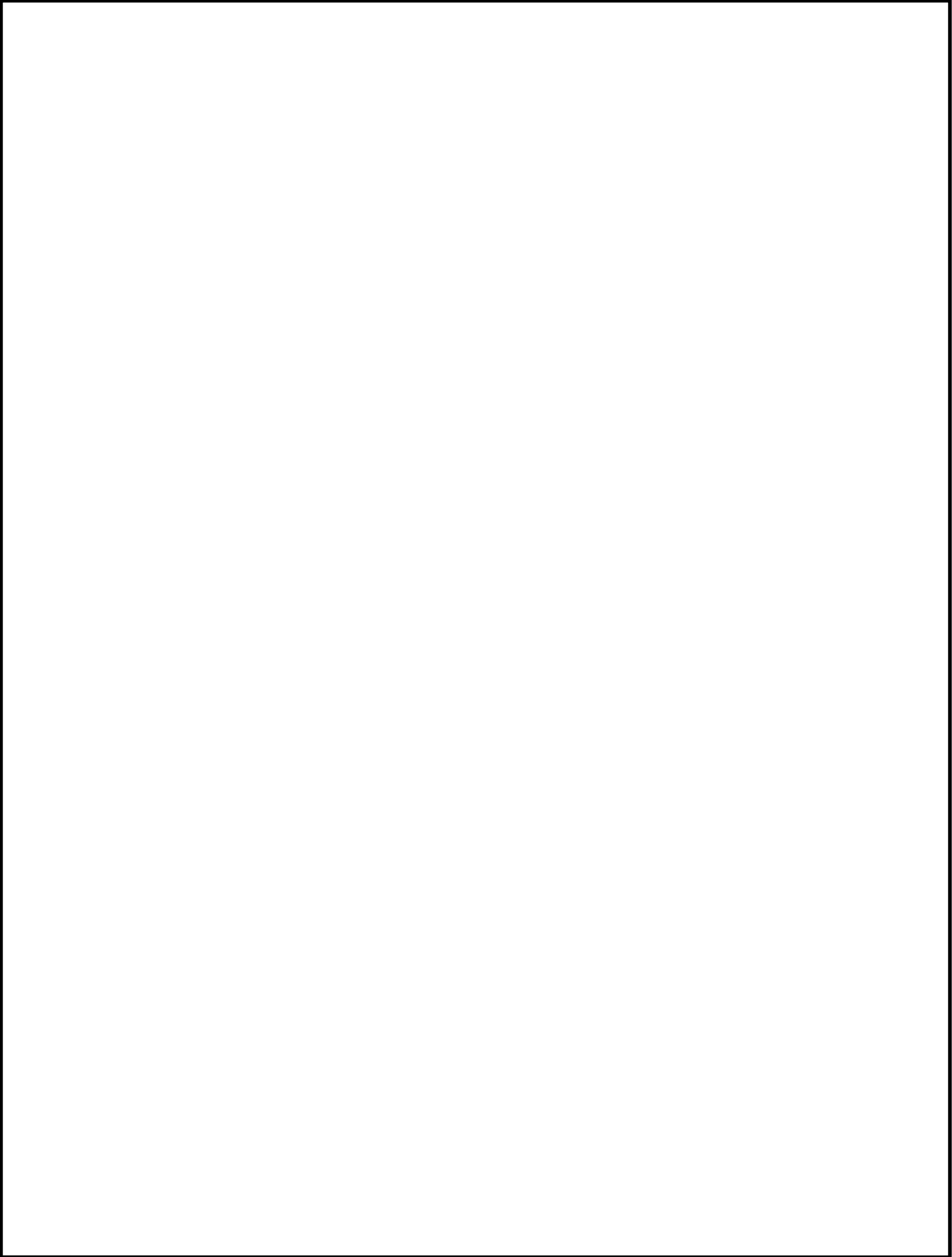
17 Москат А. А. Особенности разработки приложения для расчета и формирования карго-плана / А. А. Москат, Е. А. Алексеенко // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2019. – № 4 // Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5880

18 Муха Ар. А. Управление процессом разработки сложных технических систем и процессов. Особенности применения FVEA-анализа / Ар. А. Муха // Математичні машини і системи. – 2012. – № 2. – С. 168-176.

19 Потапова Г. А. Синергетический подход к управлению : монография. – Изд-во : Инфра-М, 2012. – 160 с.

20 Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 450 с.

- 21 Сеттер, Р. В. Изучаем Java на примерах и задачах / Р. В. Сеттер. – М. : Наука и техника, 2016. – 240 с.
- 22 Таран-Лала О. М. Системно-аналітичне дослідження системних параметрів об'єкту / О. М. Таран-Лала // Молодий вчений. – 2015. – №2(17). – С. 99-106.
- 23 Транспортна екологія : навчальний посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва та ін. – К. : НАУ, 2017. – 507 с.
- 24 Тубальцев, А. М. Виробниче освітлення та його розрахунок: Навчальний посібник / А. М. Тубальцев. – Миколаїв : УДМТУ, 2001. – 84 с.
- 25 Цветков В. Я. Сложные технические системы / В. Я. Цветков // Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. – № 3 (20). – С. 86-92.
- 26 Шелехань Г. І. Застосування принципів системного аналізу для раціоналізації функціонування припортових вантажних станцій з обслуговування контейнерних потоків // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2013. – Вип. 137. – С. 130-134.
- 27 Шеховцов О. І. Автоматизоване робоче місце диспетчера залізничних перевезень порту / О. І. Шеховцов // Збірник наук. праць Дон ІЗТ. – 2010. – № 24. – С. 62-68.
- 28 Ширяєва Л. В. Аналіз можливостей використання залізничних поромів СК «УКРФЕРІ» для перевезення контейнерів / Л. В. Ширяєва, М. В. Шагіна // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. – 2017. – № 1 (58). – С. 76-89.
- 29 Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, И Якобсон [и др.] – 2-е изд. : Пер.с англ. – М. : ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
- 30 Ishikawa K. Introduction to Quality Control: 3rd ed / K. Ishikawa, J. H. Loftus. – Tokyo : ZA Corp, 1990. – 435 p.
- 31 Kazymyrenko Y. System and analytical of the development of transport and technological systems of railway ferries / Y. Kazymyrenko, O. Drozd, O. Yeholnikov, H. Morozova // Technology audit and production reserves. – 2020. – № 2/2 (52). – pp. 40-42.



					ДР.122.6145юмз.07.00.ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
					ДОДАТКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Студент	Казимиренко Ю								
Керівник	Михелєв І. Л.					НУК ім адм. Макарова			
Консультант									
Зав.кафедрою	Михелєв І. Л.								

ДОДАТОК А – Коди програмних модулів

```
package characters;

import geometry.Point;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import sun.misc.Cleaner;

public class draw_vessel {
    public static final CI modelA = new CI();
    public static final CI modelK = new CI();
    static {
        List<Point> l = new ArrayList<>();
        List<Boolean> v = new ArrayList<>();
        // model A
        l.add(new Point(3,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,4));    v.add(false);
        // l.add(new Point2D(8,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(10,2));   v.add(false);
        // l.add(new Point2D(11,6));   v.add(false);
        l.add(new Point(6,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(9,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(7,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(5,9));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(3,12));   v.add(false);

        modelA.setVertexes(l);
        modelA.setLines(v);
        modelA.setHeight(14);
        modelA.setWidth(10);
    }
    static {
        List<Point> l = new ArrayList<>();
        List<Boolean> v = new ArrayList<>();
        //model K
        l.add(new Point(8,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(11,2));   v.add(false);
        l.add(new Point(11,12));  v.add(false);
        l.add(new Point(5,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(5,10));   v.add(false);
    }
}
```

```

        l.add(new Point(6,10));    v.add(false);
        l.add(new Point(2,8));    v.add(true);
        l.add(new Point(2,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,4));    v.add(true);
        l.add(new Point(6,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(6,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(6,8));    v.add(true);
        l.add(new Point(8,8));    v.add(false);
        modelK.setVertexes(l);
        modelK.setLines(v);
        modelK.setHeight(14);
        modelK.setWidth(10);
    }

    public static List<List<Point>> getString(String s,double
x,double y,double scale){
        List<List<Point>> res = new ArrayList<>();
        double width=0;
        for (int i = 0; i < s.length(); i++) {
            char c = s.charAt(i);
            CI m =null;
            switch (c) {
                case 'A':
                    m = modelA;
                    break;
                case 'K':
                    m = modelK;
                    break;
                default:
                    m=null;
            }
            if (m!=null) {
                List<Point> ccc = new ArrayList<>();
                List<Point> ppp = new ArrayList<>();
                ccc.addAll(getChar(m));

                for (int j = 0; j < ccc.size(); j++) {
                    Point p = ccc.get(j);
                    ppp.add(new Point(p.getX()+width,
p.getY()));
                }
                res.add(ppp);
                width+=m.getWidth();
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    return res;
}

public static List<Point> getChar(CI model){
    List<Point> vertexes = model.getVertexes();
    List<Boolean> lines = model.getLines();
    List<Point> res = new ArrayList<>();

    if (lines.size() == vertexes.size()) {
        for (int i = 0; i < lines.size(); i++) {
            if (lines.get(i)==true) {
                res.addAll(getLine(vertexes.get(i-1),
vertexes.get(i), vertexes.get(i+1), 0.1)); // 0.1 = 1/sizeOfChar
            }
            else{
                res.add(vertexes.get(i));
            }
        }
    }
    else{
        return vertexes;
    }
    return res;
}

public static List<Point> getLine(Point p0,Point p1, Point
p2, double step){
    List<Point> res = new ArrayList<>();
    double x,y;
    //System.out.println(p0.getX() + "\t" + p0.getY());
    for (double t = step; t < 1- step; t += step) {
        x=(1-t)*(1-t)*p0.getX()    +    2*(1-t)*t*p1.getX()    +
t*t*p2.getX();
        y=(1-t)*(1-t)*p0.getY()    +    2*(1-t)*t*p1.getY()    +
t*t*p2.getY();
        res.add(new Point(x, y));
        //System.out.println(x+"\t"+y);
    }
    //System.out.println(p2.getX() + "\t" + p2.getY());
    return res;
}
}

```

```

package characters;

```

```

import geometry.Point;
import java.util.List;

public class CI {
    private double height;
    private double width;
    private List<Point> vertexes;
    private List<Boolean> lines;

    public CI() {
    }
    public double getHeight() {
        return height;
    }
    public void setHeight(double height) {
        this.height = height;
    }
    public double getWidth() {
        return width;
    }
    public void setWidth(double width) {
        this.width = width;
    }
    public List<Point> getVertexes() {
        return vertexes;
    }
    public void setVertexes(List<Point> model) {
        this.vertexes = model;
    }
    public List<Boolean> getLines() {
        return lines;
    }
    public void setLines(List<Boolean> lines) {
        this.lines = lines;
    }
}

package draw;

import geometry.Point;
import geometry.Triangle;
import java.awt.Graphics;

public class Situation {

```

```

        public static void DrawLine(Graphics g, Point A, Point B){
DrawLine(g, (int)A.getX(), (int)A.getY(), (int)B.getX(), (int)B.getY
());
    }
    public static void DrawLine(Graphics g,int x1,int y1,int
x2,int y2){
        int xErr = 0;
        int yErr = 0;
        int dx = x2 - x1;
        int dy = y2 - y1;
        int incX=0,incY=0,x,y,d;
        if(dx > 0) incX = 1;
        if(dx == 0) incX = 0;
        if(dx < 0) incX = -1;
        if(dy > 0) incY = 1;
        if(dy == 0) incY = 0;
        if(dy < 0) incY = -1;
        dx = Math.abs(dx);
        dy = Math.abs(dy);
        if(dx > dy){
            d = dx;
        }
        else{
            d = dy;
        }
        x = x1;
        y = y1;

        DrawPixel(g, x, y);
        for (int i = 0; i < d; i++) {
            xErr += dx;
            yErr += dy;
            if(xErr > d){
                xErr -= d;
                x += incX;
            }
            if(yErr > d){
                yErr -= d;
                y += incY;
            }
            DrawPixel(g, x, y);
        }

    }

    public static void DrawPixel(Graphics g,int x, int y){

```

```

        g.drawLine(x, y, x, y);
    }
    public static void DrawPoligon(Graphics g, Point a, Point b,
    Point c){
        //сортируем вершины
        Point X;
        if (a.getY()>b.getY()) {X=a;a=b;b=X;}
        if (b.getY()>c.getY()) {X=b;b=c;c=X;}
        if (a.getY()>b.getY()) {X=a;a=b;b=X;}
        //рисует линии
        double ys,x1,x2,tmp=0;

        for (ys= a.getY(); ys<=c.getY(); ys++) {
            x1=
                (a.getX()+(ys-a.getY())*(c.getX()-
a.getX())/(c.getY()-a.getY()));
            if (ys<b.getY())x2= (a.getX()+(ys-a.getY())*(b.getX()-
a.getX())/(b.getY()-a.getY()));
            else {
                if (c.getY()==b.getY()) x2= b.getX();
                else x2= (b.getX()+(ys-b.getY())*(c.getX()-
b.getX())/(c.getY()-b.getY()));
            }
            if (x1 > x2) {
                tmp = x1; x1 = x2; x2 = tmp;
            }
            g.drawLine((int)x1, (int)ys, (int)x2, (int)ys);
        }
    }
    public static void Clear(Graphics g){

    }
    public static Point getRealXY(int x,int y,ScreenProperty
s){
        return new Point(s.getCenter().getX()-((s.getWight()/2)-
x)/s.getScale(),
s.getCenter().getY()+((s.getHight()/2)-y)/s.getScale());
    }
    public static Point getScaledXY(double x,double
y,ScreenProperty s){
        return new Point((x-
s.getCenter().getX())*s.getScale()+s.getWight()/2,
-(y-
s.getCenter().getY())*s.getScale()+s.getHight()/2);
    }

```

```

        public static void DrawPoligon(Graphics g, Triangle
t,ScreenProperty s){
            DrawPoligon(g,                getScaledXY(t.getA().getX(),
t.getA().getY(), s),
                                getScaledXY(t.getB().getX(),
t.getB().getY(), s),
                                getScaledXY(t.getC().getX(),
t.getC().getY(), s));
        }
    }
}

```

```

package draw;

```

```

import geometry.Point;
import java.awt.Graphics;

```

```

public class ScreenProperty {
    private Point center;
    private double scale;
    private int hight;
    private int wight;

    public ScreenProperty(Point center, double scale, int hight,
int wight) {
        this.center = center;
        this.scale = scale;
        this.hight = hight;
        this.wight = wight;

    }

    public Point getCenter() {
        return center;
    }

    public void setCenter(Point center) {
        this.center = center;
    }

    public double getScale() {
        return scale;
    }

    public void setScale(double scale) {
        this.scale = scale;
    }
}

```

```

    }

    public int getHight() {
        return hight;
    }

    public void setHight(int hight) {
        this.hight = hight;
    }

    public int getWight() {
        return wight;
    }

    public void setWight(int wight) {
        this.wight = wight;
    }

}

ackage geometry;

public class Point {
    private double x;
    private double y;

    public Point(double x, double y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public double getX() {
        return x;
    }

    public void setX(double x) {
        this.x = x;
    }

    public double getY() {
        return y;
    }

    public void setY(double y) {
        this.y = y;
    }

```

```

    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Point2D " + "x= " + x + "\t, y= " + y ;
    }

}

package geometry;

import geometry.Triangle;
import java.util.ArrayList;
import java.util.LinkedList;
import java.util.List;

public class Poligon {
    private List<Point> vertexes;
    private List<Triangle> triangles;

    public Poligon() {

    }

    public Poligon(List<Point> vertexes) {
        this.vertexes = vertexes;
        createTriangels(); //триангуляция
    }

    public List<Point> getVertexes() {
        return vertexes;
    }

    public List<Triangle> getTriangles() {
        return triangles;
    }

    private void createTriangels() {
        DCVL v = new DCVL(vertexes);
        this.triangles = new ArrayList<>();

        while (v.getSize()>3) {
            if(isConvex(v.getPrev(), v.getVert(),
v.getNext())>0){
                Point vp = v.getPrev();
                Point vt = v.getVert();
            }
        }
    }
}

```

```

        Point vn = v.getNext();
        Triangle t = new Triangle(vp, vt, vn);
        v.next();
        v.next();
        boolean f=true;
        while (v.getVert().hashCode()!=vp.hashCode()) {
            if(inTriangle(t,v.getVert())){
                f=false;
                break;
            }
            v.next();
        }
        if (f==false) {
            v.GoTo(vn);
        }
        else{
            this.triangles.add(t);
            //main.Main.getInstance().drawTriangle(vp,
vt, vn);

            v.GoTo(vt);
            v.remove();
        }
    }
    else{
        v.next();
    }
}
this.triangles.add(new
Triangle(v.getNext(),v.getPrev(),v.getVert()));

}

public boolean inTriangle(Triangle t,Point p){
    if (isConvex(t.getA(), t.getB(), p)>=0 &&
        isConvex(t.getB(), t.getC(), p)>=0 &&
        isConvex(t.getC(), t.getA(), p)>=0 ) {

        return true;
    }

    return false;
}

public int isConvex(Point vFirst, Point v, Point vLast){
    double a = (vLast.getX()-v.getX())*(vFirst.getY()-
v.getY())-(vLast.getY()-v.getY()*(vFirst.getX()-v.getX()));
    //System.out.println(a);
    if (a>0) {

```

```

        return 1;
    }
    if (a==0) {
        return 0;
    }
    return -1;
}

public class DCVL{
    private int size;
    private Node node=null;

    DCVL(List<Point> l){
        for (int i = 0; i < l.size(); i++) {
            add(l.get(i));
        }
        //this.print();
    }

    public void GoTo(Point p){
        for (int i = 0; i < getSize(); i++) {
            this.next();
            if(this.node.value.hashCode()==p.hashCode()){
                return ;
            }
        }
    }

    public void print(){
        for (int i = 0; i < this.size; i++) {
            System.out.println(getVert());
            this.next();
        }
    }

    public int getSize(){
        return size;
    }

    public void add(Point a){
        size++;
        if(this.node == null){
            this.node = new Node(null, a, null);
            this.node.prev = node;
            this.node.next = node;
            return ;
        }
        Node newNode = new Node(this.node, a,
this.node.next);
        this.node.next.prev = newNode;

```

```

        this.node.next = newNode;
        this.node=newNode;

    }
    public void remove(){
        Node p = this.node.prev;
        Node n = this.node.next;
        this.node.next.prev = p;
        this.node.prev.next = n;
        this.node=n;
        this.size --;
    }
    public Point getVert(){
        return this.node.value;
    }
    public Point getNext(){
        return this.node.next.value;
    }
    public Point getPrev(){
        return this.node.prev.value;
    }
    public void next(){
        this.node = this.node.next;
    }
    class Node{
        Node prev;
        Point value;
        Node next;
        Node(Node p, Point v, Node n){
            this.value=v;
            this.next = n;
            this.prev = p;
        }
    }
}

package geometry;

public class Hold {
    Point A;
    Point B;
    Point C;

    public Triangle(Point A, Point B, Point C) {
        this.A = A;

```

```

        this.B = B;
        this.C = C;
    }

    public Point getA() {
        return A;
    }

    public void setA(Point A) {
        this.A = A;
    }

    public Point getB() {
        return B;
    }

    public void setB(Point B) {
        this.B = B;
    }

    public Point getC() {
        return C;
    }

    public void setC(Point C) {
        this.C = C;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Triangle{" + "A=" + A.toString() + ", B=" +
B.toString() + ", C=" + C.toString() + '}';
    }

}

package gui;

import java.awt.Color;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JMenu;
import javax.swing.JMenuBar;
import javax.swing.JMenuItem;
import main.Main;

```

```

public class MainFrame extends javax.swing.JFrame {

    public MainFrame() {
        initComponents();
        initMenu();
    }

    private void initMenu(){
        JMenuBar menu = new JMenuBar();
        JMenu options = new JMenu("Опции");
        JMenuItem color = new JMenuItem("Цвет");
        color.addActionListener(new ActionListener()
{public          void          actionPerformed(ActionEvent          e)
{showColorChoser();});});
        options.add(color);
        menu.add(options);
        this.setJMenuBar(menu);
    }
    public DrawPanel getDrawPanell1() {
        return drawPanell1;
    }
    private void showColorChoser(){
        ColorChoseFrame c = new ColorChoseFrame();
        c.setVisible(true);
    }

    // <editor-fold    defaultstate="collapsed"    desc="Generated
Code">
    private void initComponents() {

        buttonGroup1 = new javax.swing.ButtonGroup();
        drawPanell1 = new gui.DrawPanel();
        jMenuBar1 = new javax.swing.JMenuBar();
        jMenu1 = new javax.swing.JMenu();
        jMenu2 = new javax.swing.JMenu();

        setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLO
SE);

        drawPanell1.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(
new java.awt.Color(0, 0, 0)));

```

```

        drawPanell1.addMouseWheelListener(new
java.awt.event.MouseWheelListener() {
            public void mouseWheelMoved(java.awt.event.MouseWheelEvent evt) {
                drawPanell1MouseWheelMoved(evt);
            }
        });
        drawPanell1.addMouseMotionListener(new
java.awt.event.MouseMotionAdapter() {
            public void mouseDragged(java.awt.event.MouseEvent
evt) {
                drawPanell1MouseDragged(evt);
            }
            public void mouseMoved(java.awt.event.MouseEvent
evt) {
                drawPanell1MouseMoved(evt);
            }
        });

        javax.swing.GroupLayout drawPanell1Layout = new
javax.swing.GroupLayout(drawPanell1);
        drawPanell1.setLayout(drawPanell1Layout);
        drawPanell1Layout.setHorizontalGroup(

drawPanell1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Ali
gnment.LEADING)
            .addGroup()
        );
        drawPanell1Layout.setVerticalGroup(

drawPanell1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Ali
gnment.LEADING)
            .addGroup()
        );

        jMenuItem1.setText("File");
        jMenuItemBar1.add(jMenuItem1);

        jMenuItem2.setText("Edit");
        jMenuItemBar1.add(jMenuItem2);

        setJMenuBar(jMenuBar1);

        javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
        getContentPane().setLayout(layout);

```

```

        layout.setHorizontalGroup(

layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

        .addGroup(layout.createSequentialGroup()
            .addGap(55, 55, 55)
            .addComponent(drawPanell1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addContainerGap(88, Short.MAX_VALUE))
        );
        layout.setVerticalGroup(

layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

        .addComponent(drawPanell1,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
        );

        pack();
    } // </editor-fold>
    private int mx=0;
    private int my=0;
    private void
drawPanell1MouseDragged(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        /* if (mx!=0||my!=0) {
            int x=mx-evt.getX();
            int y=my-evt.getY();
            if (jRadioButton3.isSelected()) {
                Main.getInstance().T(x, y);
            }
        }
        mx=evt.getX();
        my=evt.getY();*/
    }
    private void drawPanell1MouseMoved(java.awt.event.MouseEvent
evt) {
        mx=0;
        my=0;
        //int e =1000;
        //Point ASK = main.getRealXY(evt.getX(), evt.getY());
        //this.jLabell1.setText((double)(int)(ASK.getX()*e)/e + "
x " + (double)(int)(ASK.getY()*e)/e);
    }

```

```

        private void
drawPanellMouseWheelMoved(java.awt.event.MouseWheelEvent evt) {
    double a = evt.getPreciseWheelRotation();
    if (a>0) {
        Main.getInstance().scaleDOWN();
    }
    if (a<0) {
        Main.getInstance().scaleUP();
    }
}

// Variables declaration - do not modify
private javax.swing.ButtonGroup buttonGroup1;
private gui.DrawPanel drawPanell1;
private javax.swing.JMenu jMenu1;
private javax.swing.JMenu jMenu2;
private javax.swing.JMenuBar jMenuBar1;
// End of variables declaration
}

```

```
package main;
```

```

import characters.Bukva;
import draw.Brezenhem;
import draw.ScreenProperty;
import geometry.Point;
import geometry.Poligon;
import geometry.Triangle;
import gui.MainFrame;
import java.awt.Color;
import java.awt.Graphics;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;

```

```
public class Main {
```

```

    private MainFrame mainFrame ;
    private ScreenProperty screenProperty;
    private Thread painter;
    private List<Poligon> chars;
    private Color color;

```

```

private Main() {
    this.mainFrame = new MainFrame();
    mainFrame.setVisible(true);
    screenProperty = new ScreenProperty(new Point(6, 8),
                                         10,

mainFrame.getDrawPanell().getHeight(),

mainFrame.getDrawPanell().getWidth());
    chars = new ArrayList<>();
    List<List<Point>> string = Bukva.getString("A", 0, 0,
10);
    for (int i = 0; i < string.size(); i++) {
        List<Point> p = string.get(i);
        for (int j = 0; j < string.size(); j++) {
            System.out.println(string.get(j));
        }
        chars.add(new Poligon(p));
    }
    color = new Color(100, 200, 220);
    paintChars();
}

public void setColor(Color color) {
    this.color = color;
    paintChars();
}

public void drawLine() {
    Point p0 = new Point(100, 100);
    Point p1 = new Point(100, 200);
    Point p2 = new Point(200, 200);
    List<Point> l = Bukva.getLine(p0, p1, p2, 0.1);
    for (int i = 0; i < l.size()-1; i++) {
        Point v1 = l.get(i);
        Point v2 = l.get(i+1);

Brezenhem.DrawLine(this.mainFrame.getDrawPanell().getGraphics(),
(int)v1.getX(), (int)v1.getY(), (int)v2.getX(), (int)v2.getY());
    }
    for (int i = 0; i < l.size(); i++) {
        System.out.println(l.get(i));
    }
}

public void drawTriangle(Point a, Point b, Point c){

```

```

Brezenhem.DrawPoligon(mainFrame.getDrawPanell().getGraphics(),
a, b, c);
}
public void drawPoligon(Graphics g){
    g.setColor(color);
    for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
        Poligon p = chars.get(i);
        List<Triangle> tri = p.getTriangles();
        for (int j = 0; j < tri.size(); j++) {
            Triangle t = (Triangle)tri.get(j);
            Brezenhem.DrawPoligon(g,t, screenProperty);
        }
    }
}

//laba 3
/*  [x,y,1]*[1,0,dx]
*      [0,1,dy] = [X,Y,1]
*      [0,0,1 ]
*
*
*/
public void S(int dx,int dy){
    for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
        Poligon p = chars.get(i);
        List<Point> l = p.getVertexes();
        for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
            Point ppp = l.get(j);
            double Sx = 1-(double)dx/30;
            double Sy = 1+(double)dy/30;
            System.out.println("");
            System.out.println(Sx);
            System.out.println(Sy);
            double[] xy = calc(Sx,0,0,0,Sy,0,
ppp.getX(),ppp.getY());

            ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
            ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
        }
    }
    paintChars();
}

public void R(int dx,int dy){

```

```

        for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
            Poligon p = chars.get(i);
            List<Point> l = p.getVertexes();
            for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
                Point ppp = l.get(j);

                double c = Math.cos((double)dx/10);
                double s = Math.sin((double)dx/10);
                double[] xy = calc(c, -s, 0, s, c, 0,
ppp.getX(), ppp.getY());
                ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
                ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
            }
        }
        paintChars();
    }

    public void T(int dx, int dy) {
        for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
            Poligon p = chars.get(i);
            List<Point> l = p.getVertexes();
            for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
                Point ppp = l.get(j);

                double[] xy = calc(1, 0, -
dx/screenProperty.getScale(), 0, 1,
dy/screenProperty.getScale(), ppp.getX(), ppp.getY());
                ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
                ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
            }
        }
        paintChars();
    }

    public double[] calc(double A, double B, double C, double
D, double E, double F, double x, double y) {
        double[] xy = new double[2];

        xy[0] = A*x+B*y+C;
        xy[1] = D*x+E*y+F;

        return xy;
    }
    //

    public void scaleUP() {
        screenProperty.setScale(screenProperty.getScale()*1.1);
    }

```

```

        paintChars();
    }
    public void scaleDOWN(){
        screenProperty.setScale(screenProperty.getScale()*0.9);
        paintChars();
    }
    public void moveCenter(int x,int y){
        Point center = screenProperty.getCenter();
        center.setX(center.getX()+x/screenProperty.getScale());
        center.setY(center.getY()-y/screenProperty.getScale());
        paintChars();
    }
    public void paintChars(){
        Graphics g = mainFrame.getDrawPanell().getGraphics();
        drawBackGround(g);
        drawPoligon(g);
    }
    private void drawBackGround(Graphics g) {
        g.setColor(Color.white);
        g.fillRect(0,0,screenProperty.getWight(),
screenProperty.getHight());
    }

    public static void main(String[] args) {
        Main.getInstance();
    }
    private static Main instance =null;
    public static Main getInstance() {
        if (instance == null) {
            instance = new Main();
        }
        return instance;
    }
}

```