

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

**ЗІНЧЕНКО Сергій Георгійович**



УДК 656.615

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ МОРСЬКИХ  
ПОРТІВ ШЛЯХОМ КОНТРОЛІНГУ ЯКОСТІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

05 – технічні науки

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Приазовський державний технічний університет» Міністерства освіти і науки України.

**Науковий консультант:** доктор технічних наук, професор  
**Берестовой Анатолій Михайлович,**  
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» Міністерства освіти і науки України, професор кафедри автомобільного транспорту, м. Маріуполь.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Машков Олег Альбертович,**  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Міністерства енергетики та захисту довкілля, проректор з наукової роботи, м. Київ;

доктор технічних наук, професор  
**Мачалін Ігор Олексійович,**  
Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, м. Київ;

доктор технічних наук, професор  
**Онищенко Олег Анатолійович,**  
Національний університет «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України, професор кафедри технічної експлуатації флоту, м. Одеса.

Захист відбудеться 29 вересня 2021 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.110.01 у Державному університеті інфраструктури та технологій за адресою: 04071, м. Київ, вул. Кирилівська, 9, ауд. 208.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного університету інфраструктури та технологій за адресою: 04211, м. Київ, пр. Героїв Сталінграда, 2.

Автореферат розіслано 25.08.2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
Д 26.110.01

О. М. КОЛОМІЄЦЬ

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одною з важливих проблем технічного використання функціональних систем морських портів є підвищення їх експлуатаційних показників і збільшення результативності шляхом зниження витрат природних, енергетичних, соціально-економічних та трудових ресурсів.

Чималі природні і трудові ресурси, які потрібні для виготовлення і експлуатації, особливо технічних об'єктів, на земній кулі вже значно обмежені. У зв'язку з чим, переважними в технічному розвитку людської спільноти стають не об'єкти, а технології. Це викликає потребу розробки нових методів оцінки різнобічних ефективностей процесів, особливо у функціональних системах морських портів.

Наукове дослідження, розробка і прогнозування методів контролінгу якості експлуатації транспортних систем морських портів неможливо без встановлення закономірностей зміни параметрів систем, прогнозування технічного стану об'єктів в процесі експлуатації з урахуванням сучасних вимог до технологій, персоналу, охорони навколишнього середовища і енергозбереження.

Наукове дослідження проведено на прикладі функціональної системи морського порту Східного регіону України, яка являє собою комплекс транспортно-технологічних об'єктів і операцій, що беруть участь в процесі перевезення вантажів на декількох видах транспорту від виробників до споживачів. Оскільки потоки вантажів, що проходять через дану систему, різні за своїми об'ємами, номенклатурою і напрямками, вона зазнає значні дерегуляційні коливання. При цьому наряду з новими інфраструктурними об'єктами в функціональних системах морських портів експлуатуються і суброгаційні (застарілі) об'єкти, кількість яких складає до 50%.

Виробники і споживачі вантажів, як правило, відносяться до різних галузей, іноді навіть розташовані в різних державах на значних відстанях. При цьому інтереси кожного окремого учасника транспортного процесу створюють суперечливі ситуації за пріоритетами розвитку і взаємоув'язки значної кількості, порою взаємовиключних, окремих технологій і об'єктів транспортної інфраструктури, вони розрізнені і спрямовані на рішення приватних задач окремо у виробника, перевізника і споживача вантажу.

Загалом, всі наявні інтенсивні фінансові ресурси транспортними підприємствами вичерпані. Моделі комплексного системного підходу дозволяють оптимізувати до 10-15% всіх витрат морського порту, що, наприклад для Маріупольського порту складе більше 1 млн. грн. на місяць.

Одним з факторів, що стримує найбільш ефективний розвиток науки і техніки, є загальноприйнята оцінка, яка базується на економічній основі, названа «економетрикою». Це особливо притаманне новим технічним об'єктам і технологіям, що з'являються. Сучасний розвиток суспільних

відносин, що спирається на інтенсивний розвиток науки і техніки, вимагає, наряду з економічною, врахування інших різноманітних ефективностей. Наприклад: соціальної, екологічної, технологічної та інших.

Тому перспективному розвитку об'єктів техніки і технологій може сприяти запропонований автором, на прикладі існуючих транспортних процесів, один з можливих методів (способів) оцінки ефективностей роботи і розвитку об'єктів і технологій, названий «ефектометрикою».

Метод контролінгу, як комплексна система підтримки управління організацією, дозволить в перспективі впроваджувати нові технічні об'єкти і технології в складних транспортних системах морських портів.

Показники якості функціонування морських портів країни зараз знаходяться в межах 40-60%. Застосування контролінгу, як основного методу визначення принципів раціонального управління в конкретних умовах, дозволить збільшити даний показник до 75-85%.

Таким чином, для підвищення ефективності процесів експлуатації засобів водного транспорту, гідротехнічних споруд, що забезпечують необхідні умови функціонування морського та річкового флоту, є актуальним вирішення науково-прикладної проблеми необхідності створення методологічних основ оптимального технічного використання функціональних систем морських портів в умовах постійного зростання складності цільових завдань та обмеження ресурсів на експлуатацію. Її розв'язання вимагає дослідження низки складних науково-прикладних завдань, поєднання їх розв'язань у єдину систему взаємопов'язаної методології.

Обґрунтуванням необхідності проведення досліджень є потреба перспективного раціонального розвитку функціональних систем морських портів, пов'язаного з реформуванням України в цілому. Тому подальший розвиток даних систем потребує розробки нової методології контролінгу якості процесів і об'єктів в їх матеріальних потоках.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки, згідно Закону України від 11.07.2001 р. № 2623 «Нові і ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості і агропромисловому комплексі».

Робота виконана в рамках законодавчих актів України і науково-дослідницьких програм:

- Законів України: «Про морські порти України» від 17.05.2012 р.; «Про охорону праці» від 14.10.1992 р.; «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р.;
- Реалізації стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 р. (затверджена розпорядженням КМУ від 11.07.2013 р. № 548-р);
- Реалізації національної транспортної стратегії України на період до 2030 р. (затверджена розпорядженням КМУ від 30.05.2018 р. № 430-р);
- Програми науково-дослідницької роботи Азовського морського інституту Національного університету «Одеська морська академія» (НУ

«ОМА»), державний реєстраційний номер 0116U002060 «Забезпечення безпеки мореплавства в Маріупольському морському регіоні», затвердженої 30.12.2015 р.;

- Програми науково-дослідницької роботи Азовського морського інституту Національного університету «Одеська морська академія», державний реєстраційний номер 0116U002061 «Підвищення ефективності мореплавства в морському регіоні Східної України», затвердженої 29.12.2015 р.

Результати наукових досліджень використовувались в держбюджетній науково-дослідницькій роботі (НДР) НУ «ОМА», автор був виконавцем НДР 0117U007431 «Дослідження факторів впливу на підвищення безпеки та удосконалення технології морських вантажних перевезень», також брав участь у виконанні НДР «Автоматизація технологічних і адміністративних процесів на транспорті», державний реєстраційний номер 0115U003577.

Дисертаційна робота пов'язана з: розробкою наукових основ і теорії удосконалення експлуатації функціональних систем морських портів; створенням перспективних технологій і об'єктів з покращеними технічними, екологічними та енергетичними характеристиками; організацією експлуатації і ремонту об'єктів інфраструктури функціональних систем морських портів; розробкою напрямків ефективного використання транспортних засобів морських портів.

**Мета та завдання досліджень.** Метою даної дисертаційної роботи є розвиток теоретичних положень, методологічних основ і практичних засобів підвищення ефективності експлуатації функціональних систем морських портів за допомогою контролінгу якості в різноманітних умовах перевезень вантажів.

Для реалізації вказаної мети в роботі поставлені такі наукові завдання:

1. Розробити загальну методологію дослідження шляхів зниження витрат функціональних систем морських портів за допомогою контролінгу їх процесів і об'єктів.

2. Розробити наукові основи і методи зниження витрат функціональної системи морських портів з урахуванням інтересів всіх її учасників.

3. На основі контролінга процесів і об'єктів розробити загальну методологію дослідження шляхів зниження витрат функціональних систем морських портів, що дозволить сформулювати основні напрямки підвищення результативності її роботи.

4. Обґрунтування особливостей використання показників контролінгу якості функціональних систем морських портів, їх оціночних критеріїв.

5. На багатокритеріальній основі експертним шляхом встановити значимість кожного конкретного критерію в загальній обумовленій ефективності функціональних систем морських портів.

6. Розробити метод вибору раціонального варіанта транспорту в функціональній системі морського порту, що враховує вплив на її загальну ефективність значного числа його факторів, процесів і об'єктів.

7. Провести практичне дослідження ефективності розроблених науково-технічних рекомендації при експлуатації функціональних систем морських портів.

**Об'єкт дослідження.** Процеси, пов'язані з технічним використанням функціональних систем морських портів.

**Предмет дослідження.** Методологія підвищення ефективності функціональних систем морських портів в різноманітних умовах експлуатації.

**Методи дослідження.** Основними методами дослідження є: контролінг, діакоптика, синтез, декомпозиція і композиція, оцінка системи і її елементів на багатокритеріальній основі, факторний аналіз, економіко-математичне і трендове моделювання.

Використано метод системного аналізу для формування видів ефективностей і їх оціночних критеріїв. Метод математичного аналізу застосовано для пошуку рішень аналітичних залежностей.

При дослідженні функціональної системи морського порту також використовувались методи прогнозування, при рішенні задач ефективного функціонування даної системи використано теорію прийняття рішень з використанням методу цільового програмування, пов'язаного з людино-машинними процедурами, в яких бере участь особа, яка приймає рішення.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі отримано нове рішення важливої науково-прикладної проблеми оптимального технічного використання функціональних систем морських портів шляхом контролінгу якості їх експлуатації.

1. Вперше розроблено наукові основи оцінки ефективностей процесів і об'єктів функціональних систем морських портів в їх матеріальних потоках, що на відміну від існуючих забезпечує стабілізацію і подальший розвиток даних систем в різноманітних умовах експлуатації за рахунок зниження витрат.

2. Вперше розроблено модель експлуатації засобів морського транспорту з розбивкою потоків на блоки модулів (виробництво-транспорт-споживання вантажів) і модуль-потоки (навантаження, складування, зберігання, вивантаження, перевезення вантажів різним транспортом), що відрізняється можливістю виявити в них закономірності функціонування і раціональні параметри, та дозволяє потім здійснити композицію і поєднання цих потоків на основі багатокритеріального аналізу.

3. Вперше розроблено метод зниження витрат функціональних систем морських портів, що на відміну від існуючих забезпечує організацію її ефективної роботи з метою раціоналізації навантаження, перевезення і вивантаження різних вантажів при різноманітних варіантах перевезень за рахунок оптимального розподілу витрат.

4. Удосконалено методологічні основи контролінгу, аналізу і синтезу, що на відміну від існуючих методів враховує зниження витрат процесів, пов'язаних з функціональними системами морських портів, що дозволяє підвищити її результативність за рахунок оптимізації і більш точного визначення оціночних критеріїв.

5. Удосконалено концепцію надійності функціональних систем морських портів, що відрізняється порівнянням різних варіантів експлуатації об'єктів даної системи і дозволяє одночасно оцінювати та детально прогнозувати витрати за допомогою багатокритеріальної оцінки.

6. Набув подальшого розвитку метод дослідження функціональних систем морських портів, що відрізняється порівнянням матеріальних, логістичних та інших потоків (енергетичний, технологічний, соціальний, інформаційний тощо) та дозволяє оцінити ефективність експлуатації засобів транспорту на основі системного аналізу.

7. Набув подальшого розвитку метод трендового моделювання потоків вантажів, що проходять через функціональну систему морського порту, що на відміну від існуючих надає можливість визначити оптимальні значення допусків при експлуатації даної системи та є основою для подальшого прогнозного аналізу.

#### **Практичне значення отримання результатів.**

1. Визначено нові методичні критерії ефектометричної оцінки при експлуатації функціональних систем морських портів, які дозволяють більш точно і достовірно їх оцінювати та удосконалюють існуючу методику.

2. Розроблено методичні рекомендації контролінгу якості функціональних систем морських портів, що забезпечує зниження їх витрат. Це новий інструмент для наукових і виробничих організацій, який використовується при формуванні техніко-економічної політики, стратегічних програм стабілізації і гармонійного розвитку функціональних систем морських портів та дозволяє економити до 30% ресурсів.

3. Особливу практичну значимість мають розроблені критерії оцінки ефективностей по 5 основних аспектах функціональних систем морських портів, які структуровані для розрахунків за процесною схемою, що забезпечує не тільки експертно-якісні оцінки, але і кількісні розрахунки по технологіях і об'єктах зазначеної системи.

4. Представлено конкретне рішення важливої прикладної проблеми зниження витрат і оцінки структури функціональних систем морських портів з метою удосконалення їх процесів і об'єктів за допомогою методів діакоптики, ефектометрики, трендового моделювання, прогнозування, статистичного аналізу, що дозволяє підвищити рівень якості функціонування транспортних засобів портів на 20%.

5. Методи економії ресурсів при перевезенні вантажів через морський порт, що розроблені в дисертаційній роботі, дозволять зменшити загальні витрати учасників транспортного процесу до 25% при різноманітних умовах експлуатації.

6. Результати дисертаційної роботи рекомендовані до використання у функціональних системах морських портів, при проведенні науково-дослідницьких робіт, в учбовому процесі вищих навчальних закладів при навчанні студентів транспортних спеціальностей.

Результати дисертаційних досліджень впроваджено:

1. Державним підприємством «Маріупольський морський торговельний порт» в процесі формування плану стратегічного розвитку підприємства, у практику розвитку та удосконалення документовано-інформаційної системи для поліпшування якості інтегрованої системи управління порту (довідка від 10.09.2020 р. № 01-21/438).

2. Маріупольською філією Державного підприємства «Адміністрація морських портів України» впроваджено метод контролінгу і методику оцінки ризиків для зниження витрат з одночасним розрахунком корисності (довідка від 09.07.2021 р. б/н).

3. Державним підприємством «Кваліфікаційне товариство «Регістр судноплавства України» застосовано методику синтезу складних систем під час удосконалення структури та організаційної роботи (довідка від 07.05.2021 р. № 41.6.17-752).

4. У ТОВ «Мартлет» при удосконаленні автоматизованої системи контролю використання ресурсів застосовано методи ефектометрики і процесного аналізу (довідка від 15.07.2021 р. № 349).

5. Результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі кафедри управління персоналом та економіки праці Маріупольського інституту Приватного акціонерного товариства «ВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом» під час підготовки фахівців з менеджменту організацій, транспортного менеджменту і логістики (довідка від 12.07.2021 № 215-01).

6. На базі Національного університету «Одеська морська академія» впроваджено такі результати дослідження: методологічні основи і наукову теорію контролінгу функціональних систем морських портів; експериментальні методи дослідження дерегуляційних тенденцій при перевезенні вантажів через морські порти; розроблено напрямки зниження витрат ресурсів при експлуатації функціональних систем морських портів (акт про впровадження від 11.05.2018 р. б/н).

7. В ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» на кафедрі автомобільного транспорту розроблено і впроваджено корисну модель – стенд для дослідження опору руху моделей транспортних засобів (довідка від 22.07.2021 р. б/н).

8. У Маріупольському державному університеті результати дослідження використані при викладанні дисциплін «Контролінг» та «Управління якістю» (довідка від 23.07.2021 р. № 01-24/702).

**Особистий внесок здобувача.** Всі результати, викладені в дисертаційній роботі, отримано автором самостійно. У наукових статтях, опублікованих із співавторами, особистий внесок полягає в такому: у [1] здійснено розробку методу комплексної оцінки і прогнозування діяльності

підприємств в умовах глобалізації; у [3] визначено основні засади і принципи ефектометрики; у [4] – описано особливості взаємодії вантажних вагонів і функціональних систем морських портів; у [5] – виконано постановка часткового завдання і розроблено механізм оцінки ризиків при експлуатації об'єктів транспорту; у [6] – запропоновано теоретичні основи дослідження; у [7] – запропоновано структурування і шляхи підвищення ефективності роботи функціональних систем морських портів; у [9] – зроблено графік ремонту об'єктів функціональної системи морського порту; у [10] – виконано схему моделі розвитку морського порту, порівняльна компетентнісна характеристика морських портів України; у [11] – здійснено структурування і ранжування потоків вантажів; у [12] – виконано постановка часткового завдання і запропоновано механізм синтезу інформаційних потоків; у [14] – розроблено параметри транспортних процесів і об'єктів; у [15] – здійснено прогноз витрат для вибору криголама; у [16] – здійснено збір даних і постановку задач дослідження; у [17] – розроблено метод ефектометричної оцінки функціональних систем морських портів; у [19] – запропоновано методологію організації ремонту об'єктів функціональних систем морських портів; у [20] – запропоновано теоретичні і методологічні основи дослідження; у [22] – розроблено модель розвитку функціональних систем морських портів; у [23] – здійснено розробку моделі функціональної системи морського порту; у [29] – запропоновано теоретичні основи розвитку морських портів; у [33] – розроблено модель контролінгу якості функціональних систем морських портів; у [34] – систематизовано організаційні і інформаційні зв'язки об'єктів функціональних систем морських портів; у [36] – здійснено удосконалення структурування і ранжування потоків вантажів, що проходять через морські порти; у [37] – здійснено систематизацію даних щодо ремонтів об'єктів функціональних систем морських портів; у [38] – виконано схему моделі функціональної системи морського порту; у [39] – здійснено визначення сутності транспортної безпеки; у [40, 41] – запропоновано і застосовано метод трендового моделювання; у [42] – виконано схему моделі функціональної системи морського порту Східного регіону; у [43] – здійснено розробку методу ефектометричної оцінки функціональної системи морського порту; у [44] – розроблено систему оцінки функціональних систем морських портів на багатокритеріальній основі; у [45] – запропоновано систему оцінки функціональних систем морських портів на багатокритеріальній основі; у [46] – здійснено постановку часткового завдання дослідження; у [51] – здійснено постановку часткового завдання дослідження; у [53] – здійснено прогноз розрахунку витрат для вибору криголама; у [54] – зроблено рисунки і зібрано ходову модель стенду.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень апробовані і набули схвалення на:

- XXIII International conference "Problems of decision making under uncertainties" (PDMU-2014), May 12-16, 2014, Mukachevo, Ukraine;

- III Міжнародній інтернет-конференції молодих вчених і студентів 25-27 травня 2015. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2015;
  - III Всеукраїнській інтернет-конференції «Теоретичні і прикладні аспекти використання математичних методів і інформаційних технологій в науці, освіті, економіці і виробництві», 22 квітня 2016. – Маріуполь: МДУ, 2016;
  - Всеукраїнській конференції «Прикладна наука і сучасні інноваційні технології для розвитку морського транспорту», 26 травня 2016. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2016;
  - III International Scientific and Practical Conference "Modern Scientific Achievements and Their Practical Application", 2016, Dubai, UAE;
  - VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні і інноваційні технології на транспорті. – Херсон: MINTT-2016;
  - Проблеми сучасного управління: економічні, екологічні, політико-правові, історичні, культурні, ментальні аспекти. XII Всеукраїнська науково-практична конференція, Одеса, 2016;
  - Всеукраїнській конференції «Сучасні методи і моделі розвитку морського транспорту і безпеки судноплавства», 26 травня 2017. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2017;
  - III International Scientific and Practical Conference "International Trends in Science and Technology", 30.06.2018, Warsaw, Poland;
  - Університетська наука – 2019: Міжнародна науково-технічна конференція (Маріуполь, 16-17 травня 2019 р.);
  - Modern science: problems and innovations. 4th International scientific and practical conference. Stockholm, Sweden. 2020;
  - Topical issues of the development of modern science. 11th International scientific and practical conference. Sofia, Bulgaria. 2020.
  - Риски при перегрузке опасных грузов в Мариупольском порту. Міжнародна науково-методична конференція «Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг», м. Маріуполь: ДВНЗ «ПГТУ», 20-21 січня 2021.
- Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 54 наукові роботи, в тому числі: 2 – монографії (1 без співавторів), 3 – у науковій базі SCOPUS, 27 – в професійних фахових виданнях, що рекомендовані МОН України (з них 11 без співавторів), 15 – роботи апробаційного характеру (тезиси докладів, матеріали конференцій тощо), 7 – наукові роботи, які додатково відображають наукові результати дисертації (в т. ч. 1 – патент на корисну модель).
- Структура и об'єм дисертації.** Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків, глосарія, списку використаних джерел з 334 найменувань на 39 сторінках і 12 додатків на 43 аркушах.
- Загальний об'єм роботи 359 сторінок, з яких 231 сторінка основного тексту. Робота містить 77 рисунків і 9 таблиць по тексту.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, викладено мету роботи, задачі і методи досліджень, сформульовано наукову новизну і практичне значення результатів, особистий внесок здобувача, приведено дані щодо апробації і публікації основних результатів роботи.

В першому розділі дана характеристика об'єкта досліджень. На основі об'ємів і структури потоків вантажів, що склалися в функціональних системах морських портів, і з метою результативного вдосконалення даної системи в якості основного методу досліджень пропонувано контролінг, який заснований на процесному підході.

Методологія контролінгу характеризується цілями, принципами, підходами, інструментами і методами. В сучасних функціональних системах морських портів контролінг включає в себе: управління ризиками з урахуванням обмежень щодо пропускної спроможності порту; управління безпечністю; систему інформаційного оповіщення; систему забезпечення; управління системою реалізації стратегічного, тактичного і оперативного планування та систему менеджменту якості з оцінкою ключових показників процесів. На рис. 1 представлена схема організації контролінга функціональної системи морського порту.

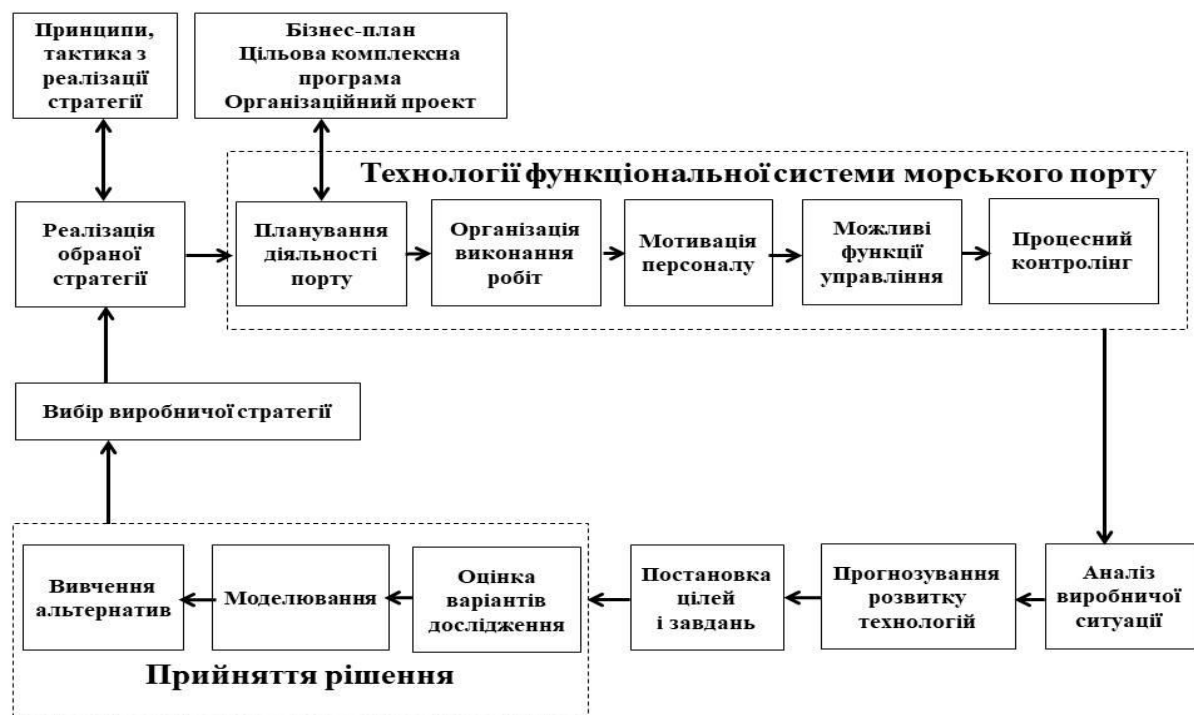


Рисунок 1 – Схема організації контролінга функціональної системи морського порту.

В загальному виді математична модель ефективності контролю  $\mathcal{E}_k$  в системі життєвого циклу роботи функціональних систем морських портів, в виді економії витрат по вартості  $C$  і часу  $T$  при обмеженні сумарних

витрат  $C_i$  і  $T_i$  на контролінг певних  $i$ -х етапів життєвого циклу роботи даної системи може мати вид:

$$E_k = f(C, T), \text{ при } C \leq \sum C_i, T \leq \sum T_i. \quad (1)$$

В якості технічного критерія ефективності системного контролю можна прийняти вихідний ефект  $Q$  контролю, що дорівнює різниці  $\Delta W$  між заданим  $W_3$  і поточним  $W$  значеннями ефективності об'єкта, а також витрати  $S$  на досягнення ефекту.

Процес оцінювання витрат на системний контроль якості і надійності виробу в загальному виді можна описати наступною системою рівнянь:

$$C = \sum_{i=1}^N (C_{oi} + \Delta C_i), \Delta C_i = \Delta C_i(n_i), \quad (2)$$

$$T = \sum_{i=1}^N t_i(n_i), W_i = W_i[n_i, W_{i-1}, A_i], A_i = A_i(C_0), \quad (3)$$

де  $C, T$  – відповідно, сумарна вартість і тривалість реалізації комплексної програми контролю якості і надійності функціональної системи морського порту;

$N$  – число етапів контролю якості і надійності;

$t_i$  – час  $i$ -го етапу;

$n_i$  – число випробувань на  $i$ -м етапі;

$W_i$  – ефективність на  $i$ -м етапі;

$A_i$  – параметри, що залежать від структури процесу контролю і характеризують зміну ефективності на  $i$ -м етапі;

$C_{oi}, \Delta C_i$  – відповідно базові і поточні витрати на  $i$ -м етапі.

В моделі (1) цілеспрямованість роботи функціональної системи морського порту виражається в обґрунтуванні кожного об'єкта і зв'язуючих їх технологій для отримання ними заданих характеристик при раціональному використанні природно-енергетичних, трудових та інших ресурсів, а також захисту навколишнього середовища.

Ефективність роботи функціональних систем морських портів визначається, насамперед, їх складом, ефективністю функціонування інфраструктури і технічним станом об'єктів. У зв'язку з впровадженням нових і розвитком існуючих елементів функціональної системи морського порту актуальним стає питання оцінки ефективності їх роботи і контролю витрат ресурсів.

Схема взаємодії процесів і об'єктів функціональних систем морських портів для експортних вантажів представлена автором на рис. 2.

Умови нерозривності потоків вантажів, що входять в пункти перевалки (морські порти) і виходять з них можна записати у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{i,l}^{(1)} &= \sum_{l_2=1}^{p_2} x_{i,l_2}^{(2)}, \quad l = 1, 2, \dots, p_1, \\ \sum_{l_{k-1}=1}^{p_{k-1}} x_{l_{k-1},l_k}^{(k)} &= \sum_{l_k=1}^{p_k} x_{l_k,l_{k+1}}^{(k+1)}, \quad l_k = 1, 2, \dots, p_k; \quad k = 2, 3, \dots, r-1, \\ \sum_{j=1}^m x_{l,j}^{(r+1)} &= \sum_{l_{r-1}=1}^{p_{r-1}} x_{l_{r-1},l}^{(r)}, \quad l = 1, 2, \dots, p_r \end{aligned} \right\} (4)$$

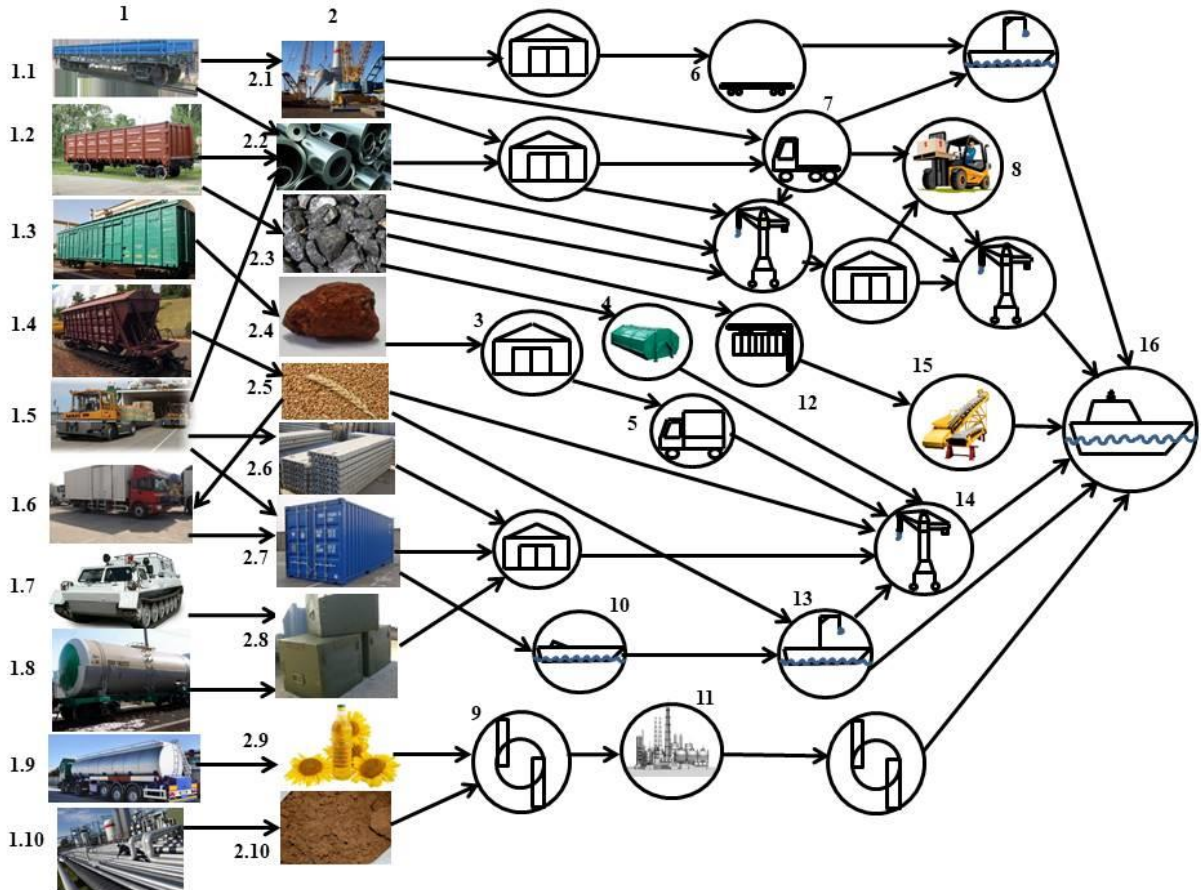


Рисунок 2 – Схема взаємодії елементів функціональної системи морського порту на відправлення.

Умовні позначення: 1 – вид транспорту: 1.1 – платформа, 1.2 – напіввагон, 1.3 – критий вагон, 1.4 – хопер (бункер), 1.5 – тягач з причепом, 1.6 – автофургон, 1.7 – самохідні машини, 1.8 – залізнична цистерна, 1.9 – автоцистерна, 1.10 – трубопровідний, 2 – род вантажу: 2.1 – важковагове і габаритне обладнання, 2.2 – металопродукт, 2.3 – вугілля, 2.4 – руда, 2.5 – зернові, 2.6 – будівельні, 2.7 – контейнери, 2.8 – ящикні, 2.9 – олійні (наливні), 2.10 – глина, 3 – склад, 4 – спецконтейнер, 5 – автофургон, 6 – платформа, 7 – рол-трейлер, 8 – автотранспортувач, 9 – трубопровідний транспорт, 10 – несамохідний плавзасіб (плавсклад), 11 – насосна станція, 12 – вагоноперекидач, 13 – плавучий кран, 14 – портальний кран, 15 – конвеєр, 16 – судно біля причалу порта.

де  $x$  – кількість перевезеного вантажу в/з пункту призначення;

$r$  – множина перевалочних пунктів для вантажу;

$k$  – параметр місткості складу;

$n$  – кількість вантажу, що потрібно перевозити, множина пунктів відправлення вантажу;  
 $m$  – потреба в перевезеному вантажі, множина кінцевих пунктів;  
 $i, j$  – множини пунктів відправлення/прибуття вантажу;  
 $l, p$  – межі (імовірність) завантаження пункту навантаження/вивантаження або складу.

Обґрунтовано потребу розробки комплексного підходу до оцінки ефективності роботи функціональних систем морських портів.

Це дозволяє врахувати особливості роботи інфраструктури прилеглого регіону, особливо в різноманітних умовах експлуатації.

**В другому розділі** проведено огляд досліджень з підвищення результативності роботи функціональних систем морських портів.

Технологічні об'єкти функціональної системи морського порту об'єднані комплексами різних видів транспорту, при цьому витрати формуються по всьому ланцюгу руху вантажу. Аналіз процесів і об'єктів функціональних систем морських портів показує, що при значному рівні витрат природно-енергетичних і інших ресурсів не існує відповідних методів їх оцінки, що дозволяє обрати раціональні напрямки підвищення результативності експлуатації даної системи.

Значний вклад в розвиток і підвищення результативності сучасних функціональних систем морських портів внесли іноземні і українські вчені: Алексеева З. Є., Берестовой А. М., Богом'я В. І., Бутько Т. В., Вінніков В. В., Грицук І. В., Губенко В. К., Джеймс П. Вумек, Дрю Д., Дубровський М. П., Єфремов Л. В., Ірхин А. П., Кармінський О. М., Кузнецов О. П., Мачалін І. О., Машков О. А., Наврозова Ю. О., Онищенко О. А., Постан М. Я., Соколов В. Т., Сурмін Ю. П., Тимошук О. М., Яковлев Ю. П. та інші.

Структурно-логічна схема проведених досліджень представлена на рис. 3.

Модель досліджень об'єднує соціальні умови (логістику) сумісно з показниками ефективності роботи функціональної системи морського порту, тобто  $LUE$ , з метою максимізувати корисність ( $\Xi$ ) даної системи. Ця функція корисності на пряму пов'язана з ефективністю роботи функціональної системи морського порту, а саме – з ефектометрикою.

Враховуючи визначення системи і економічні закони, можна припустити, що максимальна ефектометрична корисність всіх процесних елементів складається з ефектометричної корисності кожного процесного елемента системи за умови мінімуму витрат всіх ефектометричних показників (робіт).

Таким чином, максимальна ефектометрична корисність  $\Xi_{\max}^E$  всіх процесних елементів функціональної системи морського порту включає в себе і всі види ефективностей в умовах дерегуляції потоків вантажів, тобто являє собою сукупність належних їй елементів робіт ( $z$ ), технологій виконання робіт ( $k$ ), результатів робіт ( $\rho$ ) тощо. Тоді можна математично

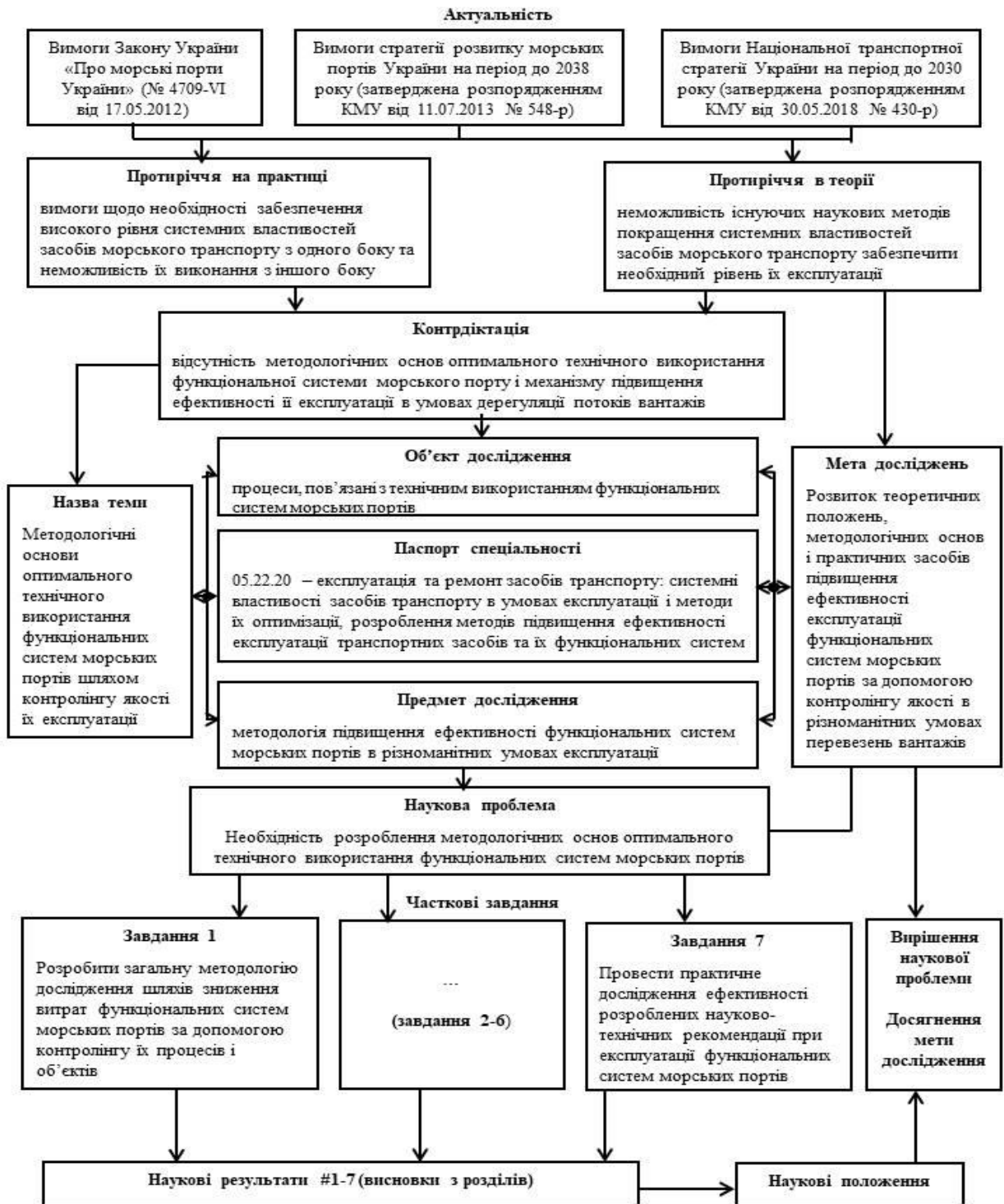


Рисунок 3 – Структурно-логічна схема проведених досліджень

записати це визначення ефектометричної корисності в виді, запропонованому автором:

$$\begin{aligned} E_{max}^E &\equiv \sum_{\xi_{max}} U\{[v(z, k, \rho)]\}, \\ \text{за умови } 3_{\xi} U\{[v(z, k, \rho)]\} &\rightarrow \min, \end{aligned} \quad (5)$$

де  $\equiv$  – знак відповідності;

$U$  – знак сумісності;

$v$  – знак приналежності;

$\xi$  – ефектометрична корисність окремих елементів функціональних систем морських портів;

$Z_{\xi}$  – витрати окремих ефектометричних показників даних систем.

Прогнозні тренди різних змін в функціональній системі морського порту можуть бути задані у вигляді поліноміальної функції:

$$Y = f(x) = a_1 x^n + a_2 x^{n-1} + \dots + a_n x + a_0 = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x^{n+1-i}, \quad (6)$$

де  $a_1, \dots, a_n$  – керовані основні змінні параметри перетворення графіку поліноміальної функції;

$i$  – кількість ступенів, величина точності приближення даних,

$i = 1, \dots, n$ ;

$a_0$  – вплив інших чинників.

Потім на базі розробленої логістико-ефектометричної моделі вирішуються допоміжні задачі досліджень.

Технологічну карту досліджень представлено на рис. 4.



Рисунок 4 – Технологічна карта досліджень

Розроблена технологічну карту досліджень дозволяє встановити алгоритм поетапного виконання задач і перейти від теоретичної до експериментальної частини досліджень.

**В третьому розділі** приведено теоретичні дослідження і розроблено метод оцінки використання природно-енергетичних та інших ресурсів функціональної системи морського порту. Визначено передумови для подальшого вдосконалення експлуатації процесів і об'єктів даної системи.

Оцінка значимості і витратності процесів та об'єктів морського порту здійснюється з метою підвищення ефективності роботи всій системи і розвитку прилеглої регіону. Модель відносної оцінки витрат різних ресурсів в функціональній системі морського порту дає можливість із застосуванням ефектометрики обрати найбільш раціональні шляхи її подальшого розвитку.

На рис. 5 графічно відображені основні складові багатокритеріальної оцінки ефективностей функціональних системи морського порту: процеси і технології, види ефективностей, показники і їх оціночні критерії.

Створення будь-якого нового виду ефективності техніки чи технології носить витратний характер. Наростання витрат системи йде двома основними напрямками: безпечності і результативності робіт та представлено в виді графічної моделі послідовного наростання витрат в системі в залежності від запланованих заходів.

Модель потоку вантажів  $Q$  функціональних систем морських портів може бути описана таким чином:

$$Q = f(RES, \tau, S_{ЭК}, \Theta_S, L, W, k) \text{ при обмеженні } Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}, \quad (7)$$

де  $RES$  – ресурси (матеріальні, трудові, фінансові тощо) функціональної системи морського порту;

$\tau$  – ресурс часу, основний для досягнення мети функціональної системи морського порту;

$S_{ЭК}$  – стан об'єктів функціональної системи морського порту при їх експлуатації;

$\Theta_S$  – стан вантажів, що проходять через дану систему;

$L$  – логістичні фактори, умови перевезення вантажів;

$W$  – природно-кліматичні фактори;

$k$  – сукупність приналежних функціональній системі морського порту технологій виконання робіт.

В результаті аналізу показників якості функціональних систем морських портів виявлені залежності якості від впливу множини інших показників різного роду, що потребує оцінки її роботи на багатокритеріальній основі.

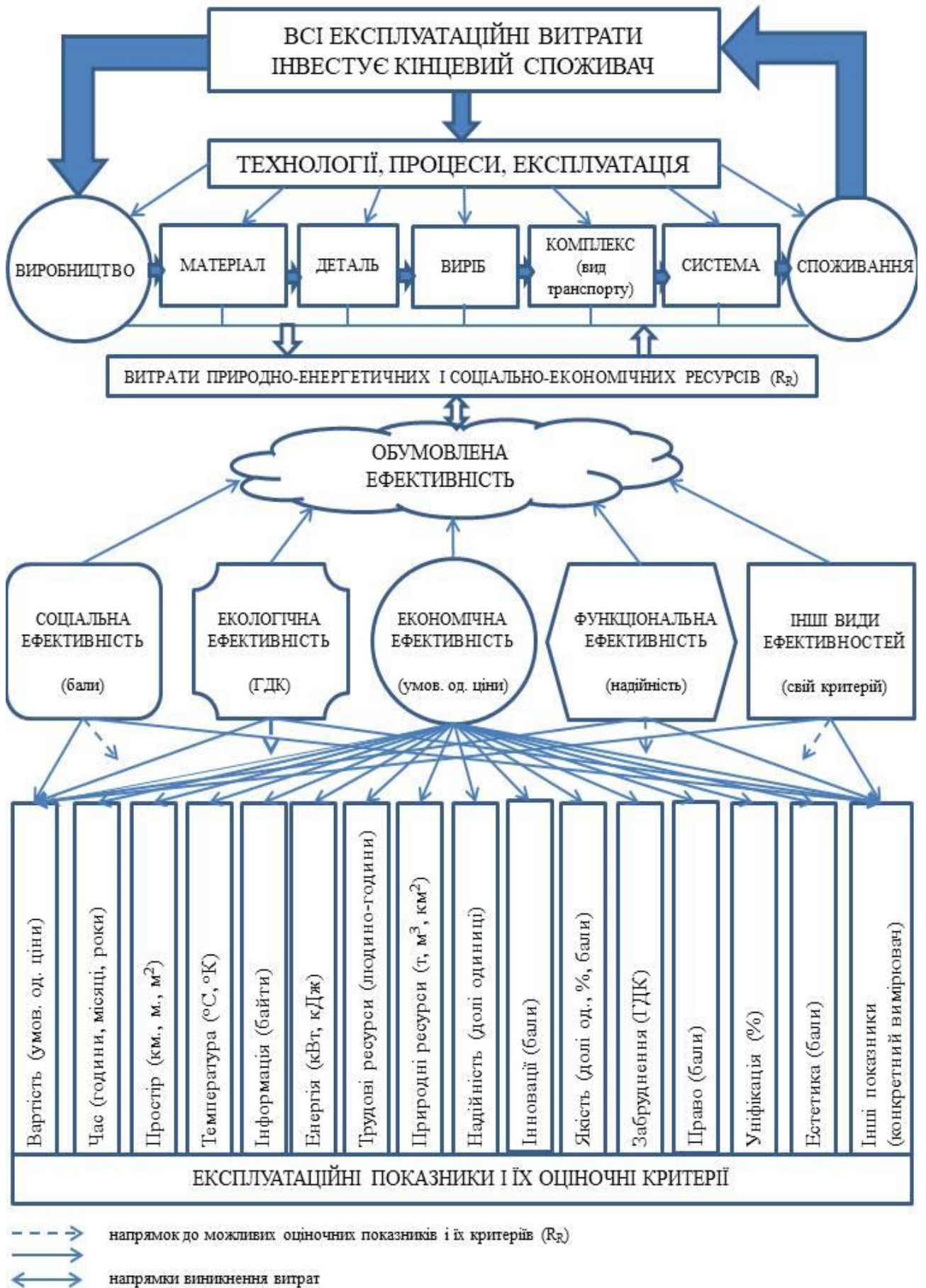


Рисунок 5 – Основні складові багатокритеріальної оцінки ефективностей при діакоптиці функціональних систем морських портів

Для дослідження прийнято, в якості прикладу, 10 різних показників ефектометрики функціональних систем морських портів з їх різнорідними критеріями (таб. 1).

Таблиця 1 – Коефіцієнти значимості витрат від вартості вантажу при оцінці на багатокритеріальній основі якості робіт елементів функціональних систем морських портів

№ з/п	Оціночні показники	Критерій показника	Номера етапів функціональної системи морського порту ( $i = 1, \dots, 7$ ), коефіцієнти значимості етапів ( $K_i$ ) і оціночних показників ( $K_j, j = 1, \dots, 10$ )							Умова
			1	2	3	4	5	6	7	
			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	
1	Економічний	Одиниця ціни	$K_{11}$	$K_{21}$	$K_{31}$	$K_{41}$	$K_{51}$	$K_{61}$	$K_{71}$	
2	Екологічний	ГДК	$K_{12}$	$K_{22}$	$K_{32}$	$K_{42}$	$K_{52}$	$K_{62}$	$K_{72}$	
3	Енергетичний	кВт	$K_{13}$	$K_{23}$	$K_{33}$	$K_{43}$	$K_{53}$	$K_{63}$	$K_{73}$	
4	Час	Год., рік	$K_{14}$	$K_{24}$	$K_{34}$	$K_{44}$	$K_{54}$	$K_{64}$	$K_{74}$	
5	Соціальний	Бали	$K_{15}$	$K_{25}$	$K_{35}$	$K_{45}$	$K_{55}$	$K_{65}$	$K_{75}$	
6	Функціональний (надійність)	Долі одиниці	$K_{16}$	$K_{26}$	$K_{36}$	$K_{46}$	$K_{56}$	$K_{66}$	$K_{76}$	
7	Витрати праці	Людино-год.	$K_{17}$	$K_{27}$	$K_{37}$	$K_{47}$	$K_{57}$	$K_{67}$	$K_{77}$	
8	Інформація	Байт	$K_{18}$	$K_{28}$	$K_{38}$	$K_{48}$	$K_{58}$	$K_{68}$	$K_{78}$	
9	Вага вантажу	Тони	$K_{19}$	$K_{29}$	$K_{39}$	$K_{49}$	$K_{59}$	$K_{69}$	$K_{79}$	
10	Інші показники	Критерій конкретного показника	$K_{110}$	$K_{210}$	$K_{310}$	$K_{410}$	$K_{510}$	$K_{610}$	$K_{710}$	
Всього (Умова)			$\sum K_{ij} = K_1$	$\sum K_{2j} = K_2$	$\sum K_{3j} = K_3$	$\sum K_{4j} = K_4$	$\sum K_{5j} = K_5$	$\sum K_{6j} = K_6$	$\sum K_{7j} = K_7$	

При оцінці якості за критерієм «задоволеність споживача» можна прийняти орієнтовно 15% від вартості витрат, сплачених споживачем.

Логістична економіко-математична модель оцінки витратності якості роботи кожного елементу функціональної системи морського порту на багатокритеріальній основі може бути представлена в виді:

$$Z_{ij} = f(S, K_i, K_{ij}, Z, \alpha), \quad (8)$$

де  $S$  – вартість (ціна) одиниці вантажу;

$Z$  – сума витрат коштів, що виділені особою, яка приймає рішення на оплату вартості робіт функціональної системи морського порту з перевантаження вантажу із зовнішнього транспорту на морський і закладеного в ціну  $S$  одиниці вантажу, умовні одиниці ціни;

$$Z = S \cdot \alpha \quad (9)$$

де  $\alpha$  – доля робіт функціональної системи морського порту в вартості одиниці вантажу;

$$0 < \alpha < 1 \quad (10)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт значимості прийнятого етапу в функціональній системі морського порту (таб. 1);  
 $i$  – кількість прийнятих етапів (рис. 5);  
 $K_{ij}$  – коефіцієнт значимості  $j$ -го елемента функціональної системи морського порту (таб. 1), встановлює особа, яка приймає рішення;  
 $j$  – кількість прийнятих до розгляду оціночних показників.

По всіх основних і допоміжних роботах особою, яка приймає рішення, складається таблиця 1 коефіцієнтів значимості витрат на їх виконання. Витрати входять у вартість (ціну) вантажу  $S$ .

Основу таблиці 1 складають етапи (розташовані по горизонталі) обробки вантажів в функціональній системі морського порту в виді  $i$ -х витрат (приймаємо кількість етапів  $i = 7$ ), а також  $j$ -ї показники з їх критеріями, що представлені на рис. 5 (приймаємо  $j = 10$ ), розташовані по вертикалі (таб. 1).

Сумарно всі долі значимостей окремо: обумовленої ефективності, всіх інших видів ефективностей і їх оціночних критеріїв, приймаються також в межах одиниці.

В якості допоміжного інструментарію для встановлення ваги (значимостей) ефективностей і їх критеріїв в межах одиниці (100%), особа, яка приймає рішення, може використати арифметичну чи геометричну прогресії, а також суму значень тангенсів кутів до 45 градусів (в межах одиниці) та інші інструментарії елементарної математики.

**В четвертому розділі** проведені теоретичні дослідження контролінгу якості функціональних систем морських портів. Формуються нові підходи до рішення проблеми підвищення ефективності роботи об'єктів інфраструктури морського порту. В ході її рішення виділені важливі аспекти – визначено зв'язки учасників транспортного процесу, оптимальне використання складських площ порту в залежності від видів вантажів і побудовано графіки задоволеності персоналу умовами праці.

В умовах зростання потоків вантажів широкої номенклатури, реверсивності руху цих вантажів (експорт-імпорт) через морський порт, наявності суброгаційних (застарілих) і нових об'єктів інфраструктури, що передбачає їх сумісну експлуатацію та ремонт, призводить до збільшення техніко-економічних витрат і потребує проведення подальших досліджень на основі показників надійності та довговічності об'єктів транспорту.

Вся виробничо-господарська діяльність морського порту ведеться через функції – за допомогою розподілу відповідальності по робочих і функціональних обов'язках. Для підвищення результативності роботи морські порти переходять на організацію роботи по процесах (рис. 6).

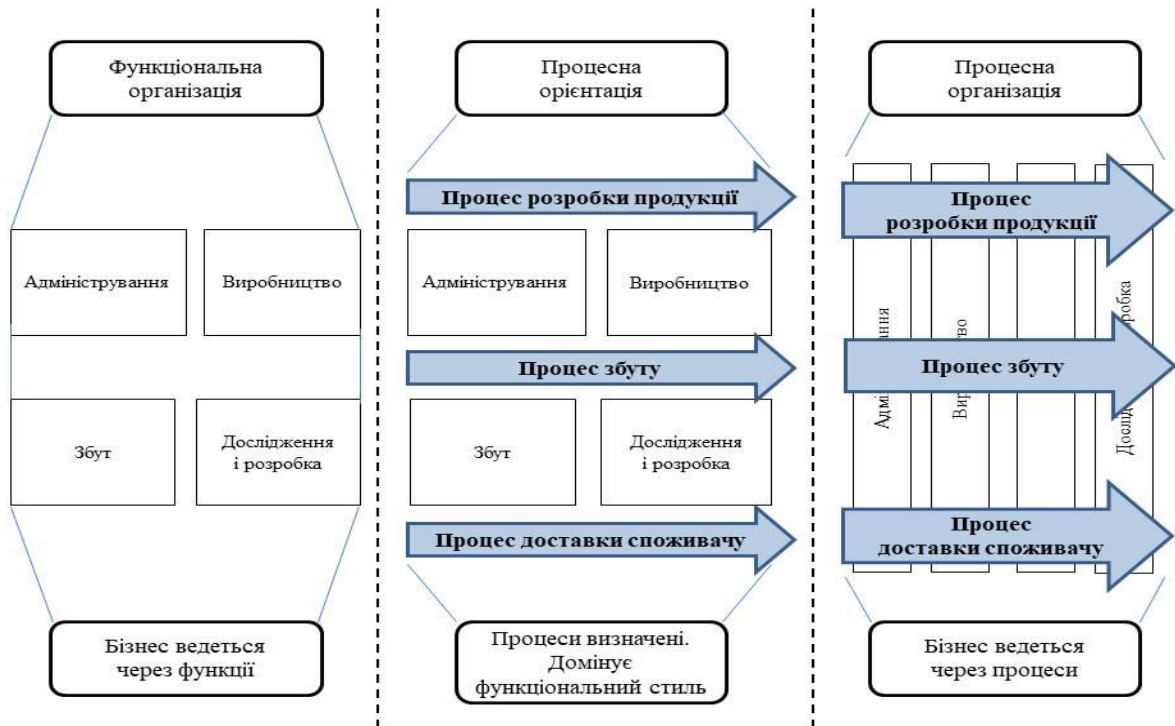


Рисунок 6 – Процесна орієнтація організаційної системи морського порту

Метою задачі оптимізації при багатьох (більше двох) критеріях буде знайти максимум функції:

$$\text{Max } U[f_1(x), f_2(x), \dots, f_r(x)] \text{ при } x \in X, \quad (11)$$

де  $f_1, \dots, f_r$  – значення відповідних критеріїв на векторі рішення  $x$ ;

$X$  – обмежена множина допустимих рішень;

$U$  – загальна (глобальна) функція вподобань (яка називається також функцією цінності), визначена на множині значень критеріїв  $r$ .

Довжину причального фронту, отже, і загальну кількість причалів, що потрібна для перевантаження всіх вантажів порту, можна визначити, якщо знати графік роботи суден, за допомогою формули:

$$\sum L_{np} = (\sum Q * k_n * t_{cm} * L_{cp}) / T_n * D_c, \text{ м.} \quad (12)$$

де  $\sum Q$  – загальний вантажообіг порту (вантажного району), т;

$k_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження, долі одиниці;

$t_{cm}$  – середній стоянковий час судна, год.;

$L_{cp}$  – середня проектна довжина причалу, м;

$T_n$  – навігаційний період суднової лінії, діб;

$D_c$  – середня чиста вантажопідйомність судна біля причалу, т.

Запропоновано механізм ефективної експлуатації і ремонту об'єктів функціональних систем морських портів в різноманітних умовах експлуатації, з урахуванням визначеної множини критеріїв і параметрів.

Структурна схема розробленої моделі методологічних основ наукового дослідження представлена на рис. 7.



Рисунок 7 – Структурна схема моделі методологічних основ оптимального технічного використання функціональних систем морських портів

Реалізація даних заходів дозволяє оцінити кожен варіант транспортування вантажу за його критеріями, в тому числі: сезонності, інноваційності, кваліфікації персоналу тощо.

**В п'ятому розділі** проведені експериментальні дослідження функціональної системи морського порту в різноманітних умовах експлуатації.

Розглянуто різні варіанти транспортування вантажів через морський порт в залежності від сезонності, об'єму і номенклатури, напрямку перевезення тощо. При диверсифікації потоків вантажів через функціональні системи морських портів в різних напрямках розвиток даної системи призводить до потреби проведення подальших досліджень взаємозв'язків транспортних, матеріальних, інформаційних та інших логістичних потоків прилеглого регіону.

Зростання об'ємів потоків вантажів в морських портах знижує дерегуляційний вплив, тому крупні порти України в даних умовах працюють більш ефективно. Виходячи з цього, слід концентрувати перевантаження вантажів в найбільш крупних морських портах, переорієнтовувати на них і укрупнювати зовнішні потоки вантажів різних регіонів України. Особливу увагу потрібно приділити потокам транзитних вантажів, об'єми перевезень яких суттєво знизились.

Межі ресурсу ефективності роботи функціональної системи морського порту – це поле допуску вантажообігу ( $R_{pez}$ ) по мінімальному і максимальному потоках вантажів, що можна визначити за формулою:

$$R_{pez} = \int_{t_1}^{t_2} Q_{max}(t)dt - \int_{t_1}^{t_2} Q_{min}(t)dt, \quad (13)$$

де  $Q_{max}$  – максимальний об'єм перевезень вантажів через морський порт за досліджуваний період  $t$ ;

$Q_{min}$  – мінімальний об'єм перевезень вантажів через морський порт за досліджуваний період  $t$ ;

$t_1$  – час (період) початку спостережень;

$t_2$  – час (період) закінчення спостережень.

Таким чином, різниця вказаних інтегралів (13) дозволяє оцінити поле допустимих значень функції виміру вантажообігу будь-якого порту України в межах від  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$  за час  $t$ .

Якщо враховувати, що поле допустимих значень розглянутої області  $C_d$  є відносною мірою оцінки роботи функціональної системи морського порту в різноманітних умовах експлуатації, то величину цієї оцінки можна виразити:

$$C_d = \int_{t_1}^{t_2} \frac{Q_{max}(x)}{Q_{min}(x)} dx. \quad (14)$$

Аналіз даних показує, що загальна кількість перевалки вантажів в Маріупольському морському порту в січні по різних роках нерівномірна, однак має тенденцію до загального зниження, яку можна описати трендом – прогнозною моделлю поліноміального виду по видах вантажів (рис. 8), що запропонована автором.

Аналіз потоків вантажів Маріупольського порту в зимові місяці показав, що природні, кліматичні фактори мають суттєвий дерегуляційний вплив на роботу транспортної інфраструктури порту, спостерігаються значні коливання потоків вантажів по номенклатурі і напрямках.

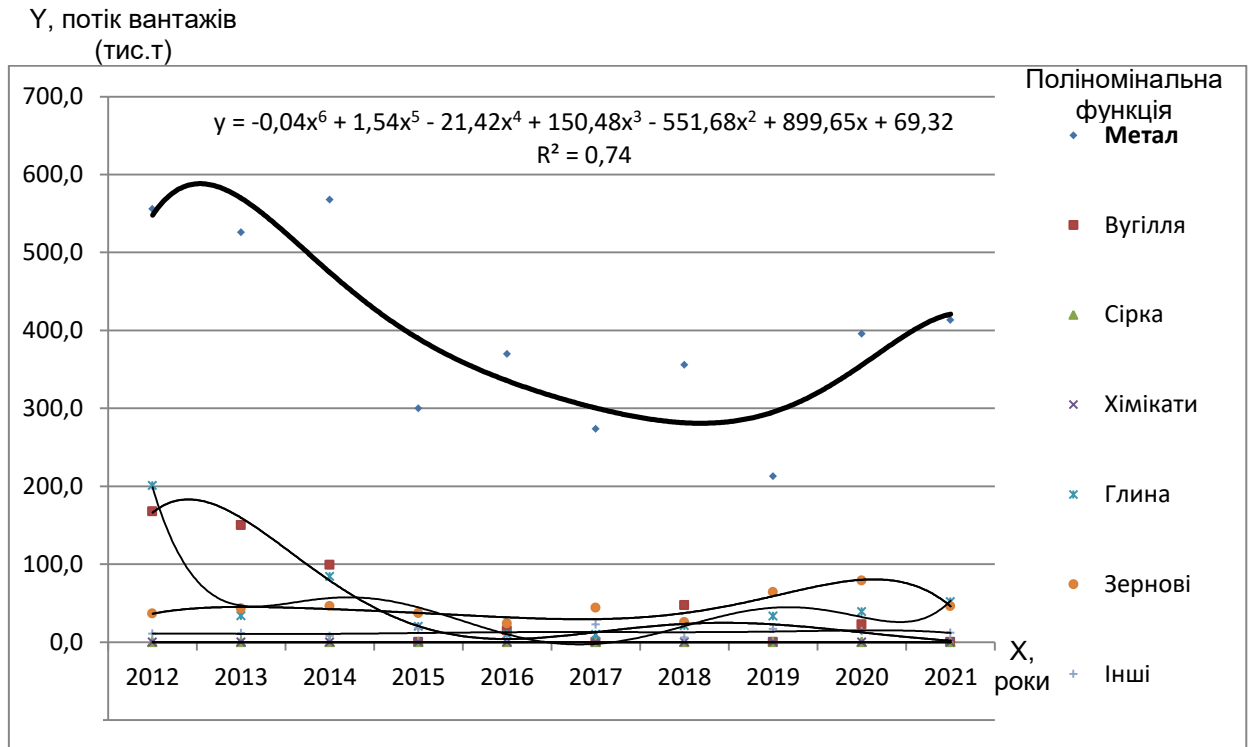


Рисунок 8 – Тенденції умов експлуатації морського порту Маріуполь по видах вантажів в зимовий період (січень) по роках (2012-2021)

Отримано функцію зміни тренду у виді:

$$y = -0,04x^6 + 1,54x^5 - 21,42x^4 + 150,48x^3 - 551,68x^2 + 899,65x + 69,32,$$

при цьому коефіцієнт відхилень  $R^2$  дорівнює 0,74.

Врахування впливу різних факторів дозволить обрати раціональний напрямок підвищення ефективності функціональної системи морського порту і суттєво підвищити її конкурентоспроможність в зимову пору року.

**В шостому розділі** встановлено закономірності роботи функціональних систем морських портів, що дозволяє приймати відповідні рішення щодо зниження витрат на окремих ділянках.

Контролінг якості функціональних систем морських портів потрібний для рішення виробничих завдань, що дозволить розробити концептуально нові теоретичні і методологічні основи для дослідження процесів і об'єктів різних морських портів.

Функціональне старіння обладнання розраховується методом проведення експертних оцінок за формулою:

$$K_{\text{фун}} = 1 - (P_o / P_a)^n, \quad (15)$$

де  $P_o$  – продуктивність обладнання, що оцінюється;

$P_a$  – продуктивність нового обладнання чи аналога;

$n$  – коефіцієнт гальмування.

В процесі експлуатації обладнання і інфраструктурних об'єктів, важливо визначити момент, коли їх ремонти і наступна експлуатація стають неефективними. Визначити даний момент допоможе представлений концептуальна циклограмма – графік зміни величин показників надійності в життєвому циклі обладнання (рис. 9).

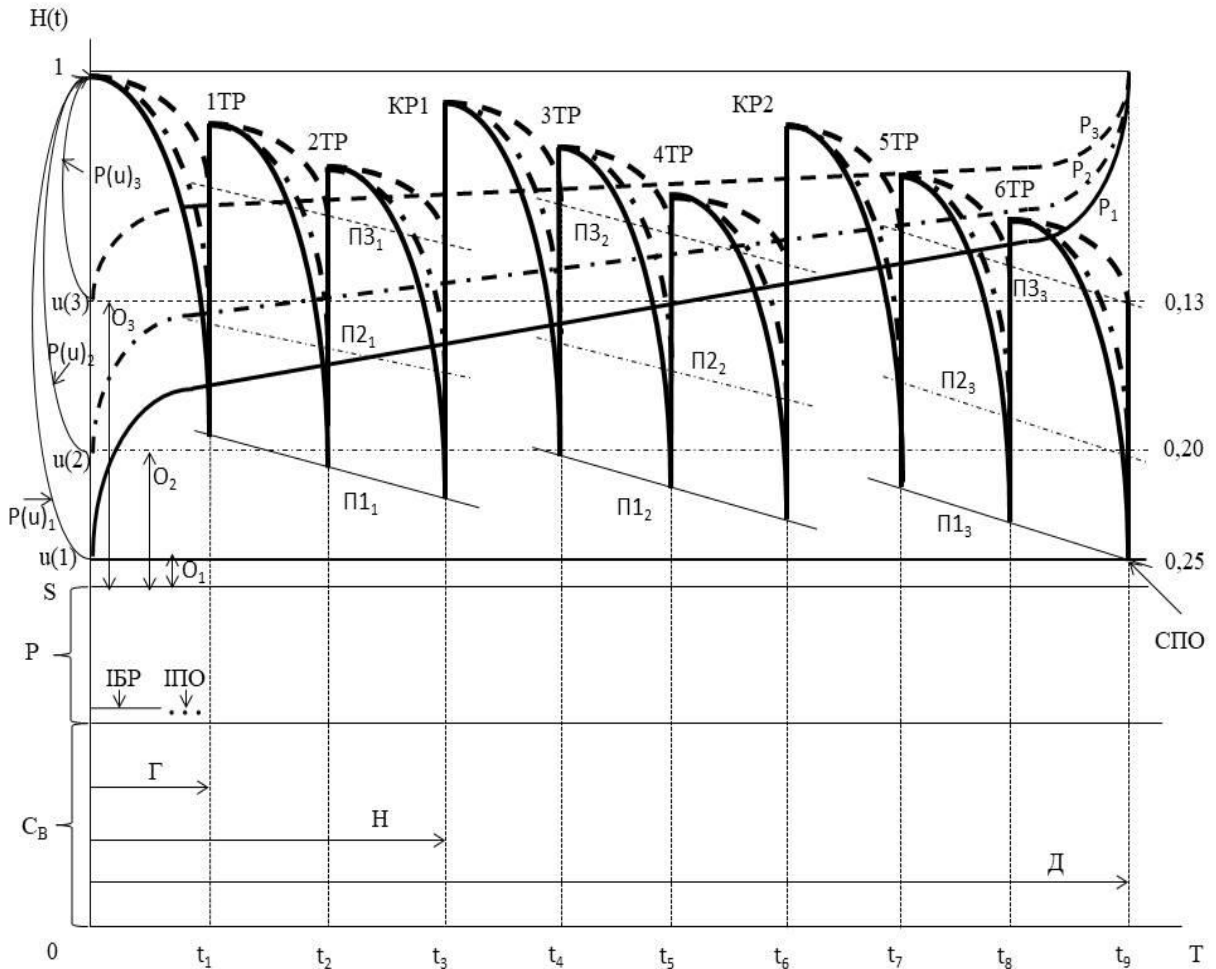


Рисунок 9 – Циклограмма зв'язків між надійністю і системами (та затратами в них) виготовлення, експлуатації і ремонту технічних об'єктів

Умовні позначення, що застосовані на рис. 9:  $C_B$  – система виготовлення;  $P$  – прибуток системи виготовлення;  $S$  – ціна виробу (товару), об'єкта;  $H(t)$  – показник надійності, долі одиниці;  $T$  – ось часу;  $t_1, \dots, t_9$  – час проведення чергового планового ремонту об'єкта; 1ТР, ..., 6ТР – проведення поточних ремонтів об'єктів; КР1, КР2 – проведення капітальних ремонтів об'єкта; СПО – списання об'єкта; ІБР – імовірність безвідмовної роботи; ІПО – імовірність появи однієї відмови;  $\Gamma$  – гарантія;  $H$  – надійність;  $D$  – довговічність;  $u(1), u(2), u(3)$  – рівні надійності, що встановлюються в різних країнах;  $P(u)1, P(u)2, P(u)3$  – поле надійності технічних об'єктів;  $P_1, P_2, P_3$  – лінії зміни витрат експлуатації і ремонту при різних показниках надійності;  $\Pi 1_1, \Pi 2_2, \Pi 3_3$  – лінії тренду зниження надійності технічного об'єкта в процесі експлуатації (до відновлювального ремонту);  $O_1, O_2, O_3$  – сфери державних витрат на НДіОКР.

Створювані і експлуатовані технічні об'єкти старіють, зношуються, що призводить до значного розкиду строків їх служби.

Оцінка надійності функціональних систем морських портів і визначення обумовленої ефективності здійснюється на підставі ретроспективного аналізу якості попередньої стратегії розвитку з боку зору сьогодення, яким є теперішній момент часу  $T$ .

В українських морських портах зважаючи на нехватку коштів на розвиток і модернізацію, відсутність інвесторів скопилося багато суброгаційного (застарілого) обладнання, яке морально та фізично зношене, однак вимушено експлуатується разом з тим, що пройшло відновлення (реновацію) і відносно новим.

З рис. 9 випливає, що з віком криві трендів надійності мають все більший ухил до шкали часу  $T$ , отже, загальний рівень надійності об'єктів поступово знижується.

Отже, знос об'єктів інфраструктури морських портів, а отже витрати на кожен з них, їх віддача (ефективність) суттєво відрізняються.

Прийнявши в якості припущення незалежність відмов, можна визначити імовірність безвідмовної роботи системи за певний період як імовірність одночасного ефективного функціонування всіх її елементів:

$$P(t) = \prod_{1}^b P_{\psi}(t), \quad (16)$$

де  $b$  – число послідовно з'єднаних елементів системи;

$P_{\psi}(t)$  – імовірність безвідмовної роботи  $\psi$ -го елемента за час  $t$ .

Оскільки в більшості українських портів аспекти розвитку стивідорної діяльності пророблено недостатньо, то є ще безліч резервів для поліпшення методик оцінки базових показників роботи експлуатаційних транспортних одиниць з кінцевим виходом, наприклад, на оцінку ризиків.

Комплексний показник якості  $K$  при використанні поліному ступеню  $z$  для зваженого середньоарифметичного в загальному виді може бути представлений виразом:

$$K = \sum_{i=1}^n (k_i \sum_{j=1}^m \sum_{h=0}^z (a_{ij} * x_{ij}^h)), \quad (17)$$

$$\text{за умови } \sum_{i=1}^n k_i = k_1 + k_2 + \dots + k_n + c \equiv 1, \quad (18)$$

де  $1 \leq i \leq n$  – кількість одиночних показників якості  $k_i$ ;

$1 \leq j \leq m$  – технічний, технологічний і (або) організаційний вплив на процеси;

$0 \leq h \leq z$  – номери членів розкладання функції в ряд;

$a_{ij}$  – коефіцієнт при відповідних членах розкладання;  
 $c$  – невизначеність.

При цьому сума коефіцієнтів вагомості показників якості не може перевищувати одиницю (100%).

Дана функція може бути виражена в виді експоненціальної, логарифмічної кривої, опуклої чи ввігнутої об'ємної фігури тощо.

Подальший розвиток функціональних систем морських портів потребує проведення комплексного аналізу окремих її елементів, а також їх взаємозв'язків.

**В сьомому розділі** отримано описові транспортно-економетричні моделі, що можуть бути використані в різних галузях промисловості для оцінки різних функціональних систем морських портів.

Використовуючи методи науково-технічного прогнозування можна встановити певні закономірності роботи функціональних систем морських портів в різноманітних умовах експлуатації і нестабільності розвитку.

Математичний опис рішення даної задачі дозволить визначити значення змінних, при яких мінімізується величина цільової функції:

$$\left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{R_i} G_{um.mi}^r x_i^r + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l S_{ijk}^t (1+E)^{T-t} Y_{ijk}^t + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{\psi=1}^{\Phi_{\psi}} \sum_{\varphi=1}^{\Phi_{\psi}} S_{\varphi i \psi}^t (1+T)^{T-t} Y_{\varphi i \psi}^t \right\} \rightarrow \min, \quad (19)$$

де  $G_{um.mi}^r$  – інтегральні витрати на перевезення вантажів за плановий період;  
 $x_i^r$ ,  $Y_{ijk}^t$ ,  $Y_{\varphi i \psi}^t$  – змінні, при яких мінімізується величина цільової функції  $f$ .

При цьому повинні виконуватись умови:

- загальний об'єм поставок вантажу  $k$ -го виду за час  $t$  не може перевищувати відповідного об'єму виробництва:

$$\sum_{r=1}^{R_i} a_{ik}^r x - \sum_{j=1}^n Y_{ijk}^t \geq 0 \begin{pmatrix} i=1,2,\dots,n \\ k=1,2,\dots,l \\ t=1,2,\dots,T \end{pmatrix}; \quad (20)$$

де  $i$  – вироблений і перевезений вантаж виду  $k$ ;

$t$  – час перевезення  $i$ -го вантажу;

- задана потреба  $j$ -го процесу чи об'єкта у вантажі  $k$ -го виду за час  $t$  повинна бути повністю задоволена:

$$\sum_{i=1}^m Y_{ijk}^t = d_{jk}^t \begin{pmatrix} j=1,2,\dots,n \\ k=1,2,\dots,l \\ t=1,2,\dots,T \end{pmatrix}, \quad (21)$$

де  $j$  – потреба процесу чи об'єкта у вантажі виду  $k$ ;

- вся функціональна система морського порту в сукупності повинна перевезти не менше заданого об'єму за певний час:

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{R_i} a_{ik}^r Y_{fk}^t x_i^r \leq P_f^t \begin{pmatrix} f = 1, 2, \dots, F \\ t = 1, 2, \dots, T \end{pmatrix}, \quad (22)$$

де  $f$  – об'єм перевезень вантажу за час  $t$ .

Модель розподілу  $R^*$  числа  $x$  і видів  $r$ -их робіт і  $k$ -х об'єктів (процесів) між  $i$ -ми складовими функціональної системи морського порту описується:

$$R^* = \min \sum x_{ikr} C_{ikr}; \quad (23)$$

за умов:

$$x_{ikr} \geq 0; \quad (24)$$

$$\sum_i x_{ikr} \leq q_{ir}; \quad (25)$$

$$\sum_k x_{ikr} = P_{ir}; \quad (26)$$

де  $x_{ikr}$  – число робіт ( $x$ ) для  $i$ -го учасника з їх видами ( $r$ ) на  $k$ -х об'єктах функціональної системи морського порту;

$C_{ikr}$  – вартість роботи  $r$ -го виду, на  $k$ -м об'єкті, у  $i$ -го учасника;

$q_{ir}$  – можливості для виконання об'єму робіт у  $i$ -го учасника;

$P_{ir}$  – сумарний запланований об'єм робіт у функціональній системі морського порту.

Умова (24) потребує можливості виконання певного об'єму робіт у  $i$ -го учасника функціональної системи морського порту, а умова (25) потребує відповідності можливості продуктивності робіт у  $i$ -го учасника, що запланована для нього в схемі. Рівняння (26) враховує виконання об'єму робіт  $i$ -ми учасниками функціональної системи морського порту.

Сумарні витрати на транспортування вантажу ( $S$ ) з урахуванням показників надійності транспортних об'єктів по всьому ланцюгу функціональної системи морського порту можуть бути подані в виді математичної моделі:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = \left( \sum_{i=1}^n c_i x_i + \sum_{j=1}^m c_j x_j + \sum_{l=1}^p c_l x_l \right) \rightarrow \min, \quad (27)$$

де  $c_i, c_j, c_l$  – вартості перевезень 1 тони вантажу  $i, j, l$ ;  
 $x_i, x_j, x_l$  – кількість перевезеного вантажу  $i, j, l$ ;

при обмеженнях:

- показник надійності експлуатованого транспортного об'єкту ( $H_{то}$ ) не повинен бути нижче нормованого ( $H_{норм}$ ).

$$H_{то} \geq H_{норм};$$

- за вивезенням вантажу з пунктів множини  $A$ :

$$\sum_{i=1}^n x_i = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

- за ввезенням вантажів в пункти множини  $B$ :

$$\sum_{l=1}^p x_l = b_l, \quad l = 1, 2, \dots, p;$$

- за місткістю (ємністю) складів  $E$  в пунктах перевалки  $D$ :

$$E = \sum_{j=1}^m q F_n k_n \leq d_j, j = 1, 2, \dots, m$$

(28)

де  $q$  – норма навантаження, т, на 1 м<sup>2</sup> площі складу, встановлюється по родах і найменуваннях основних вантажів з довідників окремо для закритих складів і відкритих складських площадок;  
 $F_n$  – корисна площа складів, м<sup>2</sup>, що визначається як добуток довжини і ширини складу за вирахуванням службових приміщень тощо;  
 $k_n$  – коефіцієнт використання корисної площі складів, залежить від типу складу і партійності складованих вантажів.

Отже, економіко-математична задача полягає в мінімізації функції (27) при обмеженнях (28).

Узагальнена якісна оцінка  $j$ -го варіанту, що розглядається як інтегральний показник  $S_j$  варіанту, визначається виразом:

$$S_j = \sum_{ij}^{n,m} r_{ij} \alpha_i. \quad (29)$$

Інтегральний показник  $S_j$  найкращого варіанту  $r_{ij}$  характеризує деяку перевагу  $j$ -го варіанту серед матриці варіантів  $n * m$ , що повинно бути враховано при побудові моделі перспективного варіанту з урахуванням рейтингової оцінки особою, яка приймає рішення ( $\alpha_i$ ), в залежності від можливостей виробника, транспорту і споживача вантажу в функціональній системі морського порту. Обмеження також обумовлені ресурсами і витратами, що виділяються конкретним портом.

Зниження організаційних витрат підприємств при подальшому удосконалюванні ризик-орієнтованого менеджменту впливає на проблему підвищення результативності їх роботи, а отже і на їх конкурентоспроможність на світовому ринку.

Для оцінки різних ефективностей, особливо в крупній процесній системі, потрібні відповідні інформаційні ресурси, що включають базу даних, базу знань, створені на експертній основі і організовані у виді локальної обчислювальної мережі на базі комп'ютерів (рис. 10).

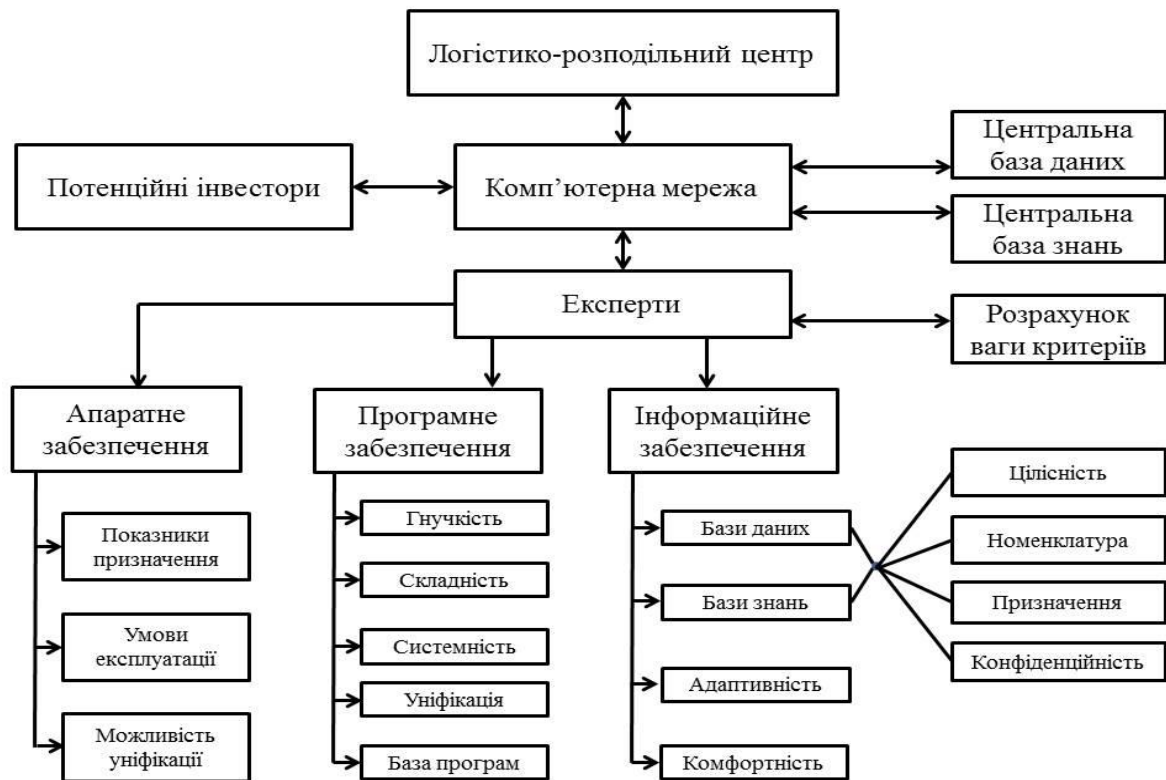


Рисунок 10 – Структура системи оцінки різних ефективностей

При цьому, з одного боку, вводяться дані про топологію технічних систем і їх показники, а з іншого боку – це відповідні норми, вимоги проектної документації тощо.

Пропонується метод ефектометрики за участі особи, яка приймає рішення, що базується на експертній оцінці і багатокритеріальній основі.

Дисперсія  $D(P_j)$  оцінок  $i$  і середнє квадратичне відхилення  $\sigma$ , як характеристики відхилень оцінок відносно середнього розраховуються:

$$D(P_j) = \sum_{i=1}^n (t_s(P_j) - t_i(P_j))^2 \times k_j^* \quad (30)$$

$$\sigma(P_j) = \sqrt{D(P_j)}, \quad j' = 1 \div m \quad (31)$$

де  $n$  – кількість експертів;

$m$  – шкала;

$t_i$  – вага параметрів вимірів  $P_j$ ;

$t_s(P_j)$  – середньозважена думка групи з урахуванням повної компетентності кожного експерта  $k_j$  (точкова оцінка):

$$t_s(P_j) = \sum_{i=1}^n t_i(P_j)k_j^*, \quad j = 1 \div m, \quad \text{при цьому} \quad \sum_{i=1}^n k_i^* = 1. \quad (32)$$

Кожен з експертів дає свою оцінку ризиків. Результат оцінки ризиків вважається достовірним, якщо в його оцінці брали участь не менше трьох експертів. Результуюча оцінка – середнє арифметичне, розраховується шляхом підсумовування оцінок експертів, і потім ділиться на кількість експертів.

В якості основного процесу прогнозування розвитку функціональних систем морських портів в різноманітних умовах експлуатації рекомендується застосовувати контролінг якості з використанням людино-машинних процедур, що дозволяє розглядати проблеми прогнозування розвитку даних систем в цілому на основі багатокритеріальної оцінки роботи окремих частин його інфраструктури.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі приведено теоретичне узагальнення і запропоновані нові науково обґрунтовані розробки з підвищення ефективності процесів експлуатації засобів водного транспорту, гідротехнічних споруд, що забезпечують необхідні умови функціонування морського та річкового флоту, тому є актуальним вирішення науково-прикладної проблеми необхідності створення методологічних основ оптимального технічного використання функціональних систем морських портів в умовах постійного зростання складності цільових завдань та обмеження ресурсів на експлуатацію.

Основні висновки і результати виконаних досліджень і наукових розробок полягають в наступному:

1. Розроблено методологію контролінгу якості функціональних систем морських портів, що дозволяє приймати рішення щодо підвищення їх результативності за різноманітних умов експлуатації. Це новий інструмент для наукових і виробничих організацій, який використовується при формуванні техніко-економічної політики, стратегічних програм стабілізації і гармонійного розвитку функціональних систем морських портів та дозволяє економити до 30% їх ресурсів.

2. Запропоновано метод оцінки різних видів ефективностей функціональних систем морських портів на багатокритеріальній основі – він є науковою новизною, що дозволяє встановити закономірності розвитку транспортно-технологічного процесу, з гармонізацією інтересів всіх учасників процесного ланцюгу: «виробництво – транспорт – споживання», а також сформулювати критерії і потрібні ефективності кожного процесу і об'єкта, управління системою в цілому. Моделі комплексного системного підходу дозволяють оптимізувати до 10-15% всіх

витрат морського порту, що, наприклад для Маріупольського порту складе більше 1 млн. грн. на місяць.

3. Виявлено і обґрунтовано пріоритетні, перспективні і конкурентоспроможні напрямки розвитку і роботи процесних систем, контролінг техніко-економічних показників розвитку функціональної системи морського порту. Систематизовано основні фактори, що обумовлює потребу перегляду традиційної моделі розвитку даних систем з метою підвищення їх ефективності. При рішенні задач дослідження розроблено декілька схем, алгоритмів і 2 нові моделі.

4. Очікувані технічні результати пропонованого методу контролінгу якості функціональних систем морських портів визначаються шляхом порівняння значимості об'єктів і технологій при експлуатації даних систем і порівнянні їх одна з одною із застосуванням оцінки на багатокритеріальній основі з урахуванням вимог різних ефективностей кожної системи за допомогою методу ефектометрики. Знижено невизначеності в порівняльній оцінці показників роботи існуючих і перспективних функціональних систем морських портів, що розвиваються. Конкурентоспроможність Маріупольського порту оцінена на 5,3 бали, що порівняно з іншими морськими портами регіону є прийнятним показником.

5. Встановлено, що існуюча в теперішній час методологія рішення практичних задач контролінгу якості функціональних систем морських портів потребує удосконалення: методи і алгоритми розрізнені, приватні задачі вирішуються окремо і незалежно у виробника, перевізника і споживача. При цьому в основу рішення задач покладено принцип поліпшування окремих об'єктів без належного обліку особливостей єдиного транспортного процесу з балансом інтересів кожного з його учасників. Оплата, що здійснена за роботи (послуги) кінцевим споживачем повинна розподілятися між всіма учасниками транспортно-технологічного ланцюгу на компромісній основі. Методи економії ресурсів при перевезенні вантажів через морський порт, що розроблені в дисертаційній роботі, дозволять зменшити загальні витрати учасників транспортного процесу на 25%.

6. Систематизовано основні чинники, що обумовлюють потребу перегляду традиційної моделі розвитку функціональних систем морських портів з метою підвищення їх ефективності. Основні з них:

- ресурсні – диверсифікація джерел ресурсів;
- технологічні – моральне і фізичне старіння інфраструктури;
- науково-технічні – забезпечення висококваліфікованими кадрами;
- економічні – стратегічна потреба інвестицій;
- екологічні – підвищений вплив від діяльності підприємств на навколишнє середовище.

7. Застосовано методи трендового моделювання, прогнозування, статистичного аналізу, що дозволяє підвищити рівень якості функціонування транспортних засобів морських портів на 20%. Потоки транзитних вантажів суттєво знизились протягом останніх 5 років.

8. Застосування методу ефектометрики дозволило комплексно відобразити критерії обґрунтування різних ефективностей, управлінських рішень і можливість їх моніторингу та оцінки на багатокритеріальній основі. В дослідженні закономірностей і особливостей розвитку ефектометрики функціональних систем морських портів слід приділяти особливу увагу інтересам, як виробників товарів, так і сфері послуг. Особливу практичну значимість мають розроблені критерії оцінки ефективностей по 5 основних аспектах функціональних систем.

9. Показники якості функціонування морських портів України зараз знаходяться в межах 40-60%. В зв'язку з сучасним розвитком техніки також змінюються методологічні підходи до оцінки результативності роботи складних транспортних систем. Застосування контролінгу, як основного методу визначення принципів раціонального управління в конкретних умовах, дозволить збільшити даний показник до 75-85%.

10. Функціональні системи морських портів багатьох зарубіжних країн за останні 10 років демонструють різну динаміку об'ємів перевезень, що потребує індивідуального підходу к оцінці різних ефективностей всіх складових кожного з видів транспорту. Це підтверджується конкурентною картою світового ринку, що демонструє значну дерегуляцію логістичних і вантажних потоків.

11. Пропоновано спосіб оцінки роботи функціональних систем морських портів, який заснований на формуванні масиву даних системи, що розглядається, за обумовленими показниками економічної, екологічної, соціальної, функціональної та інших видів ефективностей. При цьому здійснюється вибір оціночних критеріїв для показників ефективностей даної системи і встановлюються значимості (ваги) різних об'єктів і логістичних потоків, що складають дану систему. Це потрібно для оцінки роботи і визначення раціональних обумовлених напрямків розвитку функціональної системи морського порту, що розглядається. При цьому сума коефіцієнтів вагомості показників якості не може перевищувати одиницю (100%).

12. Наряду з новими інфраструктурними об'єктами в функціональних системах морських портів експлуатуються і суброгаційні (застарілі) об'єкти, кількість яких складає до 50%. Вирішити більшість проблем Маріупольського морського порту і оновити його основні фонди можливо за рахунок залучення приватних інвестицій в розмірі 5-10 млн. дол. США, поки портова галузь залишається одною з найбільш привабливих, незважаючи на різні складності в її роботі.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

1. Войнаренко М. П., Зінченко С. Г., Злепко С. М., Тарута О. О. Інноваційні стратегії управління підприємством за умов глобалізації: монографія; за наук. ред. проф. М. П. Войнаренка. – Хмельницький;

Мариуполь: [ХНУ], 2011. – 174 с.: рис., табл. – Бібліогр.: с. 154-173. – 300 прим. ISBN 978-966-2379-17-4. (розділ у колект. монографії).

2. Зинченко С. Г. Контроллинг эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции перевозки грузов и наличия суброгационного оборудования. – Мариуполь: ООО «ППНС», 2017. – 159 с. ISBN 978-617-7413-45-4.

3. Berestovoi A. M., Zinchenko S. G., Berestovoi I. O., Khliestova O. A., Senatosenko V. A. Effectometrics of Transport Technological System. International Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154, Volume 13, Number 12 (2020), pp. 4870-4879 © International Research Publication House. <http://www.irphouse.com>. (видання індексується в базі Scopus).

4. Fomin O., Lovska A., Ivanchenko D., Zinchenko S., Píštěk, V. Study of loading of the load-bearing structure of hopper wagons on Y25 bogies. EUREKA: Physics and Engineering, Number 2 (2021), pp. 32-41. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001686>. (видання індексується в базі Scopus).

5. Veliev, F., Mustafayeva, E., Mamontov, A., Shevtsov, V., Zinchenko, S., Rud, A. Development of a procedure for determination of damage to seeds and cotton fibers in cotton cleaning machines. EUREKA: Physics and Engineering, Number 4 (2021), pp. 125-133. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001944>. (видання індексується в базі Scopus).

6. Zinchenko S., Parkhotko A., Khlopetskaya L. Controlling introduction in the seaport transport technology systems. ТЕКА. – Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2016. – Vol. 16, No. 3. – pp. 63-68. (видання індексується в базі Index Copernicus)

7. Берестовой А. М., Зинченко С. Г. Основы моделирования развития транспортных систем морского порта при совершенствовании его процессов и объектов. Науковий вісник Херсонської державної морської академії, № 1 (14), 2016. – С. 11-18. Сайт ХДМА ім. Макарова. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.kma.ks.ua/ua/images/science/publications/2016/1\\_14/4.pdf](http://www.kma.ks.ua/ua/images/science/publications/2016/1_14/4.pdf)

8. Зинченко С. Г. Роль человеческого фактора в развитии транспортно-технологической системы морского порта. Журнал «Продукт ВУ», Минск, Республика Беларусь. – № 12, 2016. – С. 82-83.

9. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлопецкая Л. Ф. Проблемы эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях его развития. Судовождение: Сб. науч. трудов НУ ОМА, Вып. 26. – Одесса: «ИздатИнформ», 2016. – С. 175-182. Сайт НУ «ОМА». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe)

10. Ільницький Д. О. , Зінченко С. Г. Пошук ідеальної моделі транспортно-технологічної системи порту: компетентнісний вимір. Вісник Одеського національного університету. – Одеса, Т. 22, Вип. 5 (58), 2017. –

С. 87-97. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu\\_econ\\_2017\\_22\\_5\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2017_22_5_19)

11. Кичкина Е. И., Хлопецкая Л. Ф., Хлестова О. А., Зинченко С. Г. Прогнозирование развития транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции. Северодонецк: Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, № 4 (234), 2017. – С. 9-13.

12. Пархотько А. В., Зинченко С. Г. Синтез логистики информационных потоков морского порта. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – Вип. 31, 2015. – С. 235-241.

13. Зинченко С. Г. Транспортная система морского региона Восточной Украины. Северодонецк: Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, – № 5 (235), 2017. – С. 46-49.

14. Зинченко С. Г., Хлестова О. А., Хлопецкая Л. Ф., Дергаусов М. М. Влияние увеличения весовых и габаритных размеров экспортно-импортной продукции на работу транспортной инфраструктуры морского порта. Наука та виробництво: міжвідомчий темат. зб. наук. праць. Вип. 19. ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, ПДТУ, 2018. – С. 252-260.

15. Дергаусов М. М., Зинченко С. Г., Янцевский А. В., Зайцев В. В. Обоснование выбора ледокола для обеспечения зимней навигации в Азовском море. Кораблестроение: морская инфраструктура, исследования и разработки. – Николаев: НКА им. Макарова, № 1 (9), 2018. – С. 108-114.

16. Pnytskyu D., Zinchenko S., Savych O. & Yanchetskyu O. (2018). Analysis of seaports development strategies: science, technology, education and marketing. Technology Audit and Production Reserves, 3(4)41. – P. 10-24. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.133938> (видання індексується в базі Index Copernicus)

17. Зинченко С. Г., Хлестова О. А., Хлопецкая Л. Ф. Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта. Вісник ПДТУ. Технічні науки Маріуполь. Вип. 37, 2018. – С. 209-216.

18. Зинченко С. Г. Оценка предела эффективности работы транспортно-технологической системы морского порта в летний период. Наук. вісник ХДМА / МІНТТ. – Херсон: ХДМА, № 1 (18), 2018. – С. 10-17.

19. Зинченко С. Г., Хвостович В. Г. Совершенствование методологии организации ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта. Розвиток транспорту. – Одеса: ОНМУ, № 2(3), 2018. – С. 127-139.

20. Pnytskyu D. O., Zinchenko S. G. [Security Challenges And Development Of Seaports: Educational Context](#). – Mykolas Romeris University. Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Vilnius, 2018. International security in the frame of modern challenges: collection of scientific works. – pp. 86-94. – Режим доступу:

<https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/15232/Збірник%20Міжнародна%20безпека.pdf?sequence=2&isAllowed=y#page=87>

21. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Л. Ф. Хлопецкая Оценка развития инфраструктуры морского порта. *International Academy Journal. Web of Scholar*, № 7(25), Vol. 1, July 2018. Transport. – P. 23-26. (видання індексується в базі *Index Copernicus*).

22. Зінченко С. Г. Вплив дерегуляції на ефективність роботи морських портів України. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Харків: УДУЗТ, № 1, 2019 – С. 14-24. (видання індексується в базі *Index Copernicus*)

23. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлестова О. А. Факторы, влияющие на работу транспортно-технологической системы промышленно-аграрного региона Восточной Украины в условиях дерегуляции грузопотоков. *Вісник ПДТУ. Технічні науки Маріуполь. Вип. 38, 2019. – С. 204-210.*

24. Зинченко С. Г., Хлестова О. А. Особенности работы региональной транспортно-технологической системы на примере морского порта. *Наука та виробництво: міжвідомчий темат. зб. наук. праць. Вип. 21 / ДВНЗ «ПДТУ».* – Маріуполь, ПДТУ, 2019. – С. 231-238.

25. Зинченко С. Г. Оценка эффективности работы транспортно-технологических систем морских портов в условиях дерегуляции грузопотоков. *Судовождение. Сборник научных трудов.* – Одесса: НУ «ОМА», № 29, 2019. – С. 82-96.

26. Берестовой А. М., Зінченко С. Г., О. А. Хлестова. Оцінка на багатокритеріальній основі якості роботи елементів транспортно-технологічної системи морського порту. *Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наук. праць.* – Дніпро: ДНУЗТ ім. Лазаряна. Вип. 20, 2020. – С. 45-50. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/217401>.

27. Берестовой А. М., Хлестова О. А., Зинченко С. Г., Берестовой И. О. Основы алгоритма выбора варианта транспорта затвердевающих жидкостей промышленно-аграрного комплекса при наличии морских перевозок // *Вісник машинобудування та транспорту. Науковий журнал.* – Вінниця: ВНТУ, 2020. – № 2 (12) – С. 4-10.

28. Зінченко С. Г., Сенатосенко В. А., Хвостович В. Г. Обґрунтування планування рівня надійності транспортних систем морських портів в період їх експлуатації. *Наука та виробництво: міжвідомчий темат. зб. наук. праць. ДВНЗ «ПДТУ».* – Маріуполь, ПДТУ. – Вип. 23, 2020. – С. 429-436.

29. Зинченко С. Г. Контроллинг работы транспортно-технологической системы морского порта. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал.* – Херсон: Херсонська державна морська академія, № 1 (22), 2020. – С. 23-35.

30. Зинченко С. Г. Оценка процессов и объектов транспортно-технологической системы, обслуживающий промышленно-аграрный

регион. Сборник статей. – Mauritius: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. – 45 с. ISBN 978-620-2-52104-8.

31. Зинченко С. Г. Оценка на многокритериальной основе показателей качества работы транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции грузопотоков. – К.: ДУИТ, Новітні технології, Вип. 1(11). 2020. – С. 56-64.

32. Зинченко С. Г., Хлестова О. А. Особенности работы специального железнодорожного подвижного состава в Мариупольском морском порту в зимний период. – К.: АТ Укрзалізниця, наук. журнал «Залізничний транспорт України», № 1, 2021. – С. 23-29.

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

33. Kolyada Yu. E., Zinchenko S. G., Kirilenko A. V. Representation of complex systems in the space of hypothetical factors. XXIII International conference “Problems of decision making under uncertainties” (PDMU-2014), Abstracts – May 12-16, 2014, Mukachevo, Ukraine. – P. 27-28.

34. Хлопецкая Л. Ф., Зинченко С. Г., Пархотько А. В. Проблемы развития системы промышленного транспорта морского порта: матеріали III Міжнародної інтернет-конференції молодих учених та студентів 25-27 травня 2015. Проблеми розвитку транспортних систем в Євразійському регіоні. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2015. С. 27-30.

35. Зинченко С. Г. Практическое использование математических методов для повышения эффективности работы порта: материалы III Всеукраинской интернет-конференции 22 апреля 2016. Теоретичні та прикладні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій у науці, освіті, економіці та виробництві. – Маріуполь: МДУ, 2016. – С. 8-10.

36. Зинченко С. Г., Берестовой М. О. Развитие транспортно-технологической системы Мариупольского морского порта. Прикладна наука і сучасні інноваційні технології для розвитку морського транспорту: матеріали всеукраїнської конференції 26 травня 2016. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2016. – С. 83-88.

37. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлопецкая Л. Ф. Совершенствование ремонтов объектов транспортно-технологической системы морского порта региона Восточной Украины. МАУП. Одеський інститут. Проблеми сучасного управління: економічні, екологічні, політико-правові, історичні, культурні, ментальні аспекти. Зб. наук. праць за матеріалами XII Всеукраїнської науково-практичної конференції, Одеса, 2016. – С. 171-184.

38. А. М. Берестовой, Зинченко С. Г. Моделирование развития транспортных систем морского порта при совершенствовании его процессов и объектов. – Херсон, Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2016). – С. 188-192.

39. Zinchenko S. G., Khlopetskaya L. F. Operational Safety Of Industrial Transport Vessels In Seaport Harborage. Proceedings of the III International

Scientific and Practical Conference "Modern Scientific Achievements and Their Practical Application", 2016, Dubai, UAE, № 11(15), Vol.1, November 2016, P. 49-51.

40. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлопецкая Л. Ф., Пархотько А. В. Моделирование дерегуляции грузопотоков в морских портах Украины. Сучасні методи і моделі розвитку морського транспорту та безпеки судноплавства: матеріали Всеукраїнської конференції 26 травня 2017. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2017. – 246 с. (С. 59-64).

41. Зинченко С. Г., Хлестова О. А., Хлопецкая Л. Ф., Перепечаев С. Н. Основы моделирования факторов и эффективностей по обеспечению бесперебойной работы Мариупольского морского порта в зимнюю навигацию. Сучасні методи і моделі розвитку морського транспорту та безпеки судноплавства: матеріали Всеукраїнської конференції 26 травня 2017. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2017. – 246 с. (С. 79-84).

42. Берестовой А. М., Хлопецкая Л. Ф., Зинченко С. Г. Транспортно-технологическая система морского порта, обслуживающего восточно-украинский регион. Сучасні методи і моделі розвитку морського транспорту та безпеки судноплавства: матеріали Всеукраїнської конференції 26 травня 2017. – Маріуполь: АМІ НУ «ОМА», 2017. – 246 с. (С. 71-75).

43. Бурлакова Г. Ю., Хлестова О. А., Зинченко С. Г. Эффектометрия транспортных процессов. Університетська наука – 2019: тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 16-17 травня 2019 р.): в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2019. – Т. 3. – С. 51-53.

44. Берестовой А. М., Хлестова О. А., Зинченко С. Г. Оценка работы транспортных систем на многокритериальной основе. Університетська наука – 2019: тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 16-17 травня 2019 р.): в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2019. – Т. 3. – С. 56-58.

45. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлестова О. А., Берестовой И. О. Метод оценки на многокритериальной основе работы транспортно-технологической системы морского порта. Modern science: problems and innovations. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 28-30.06.2020. Pp. 135-141. – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua>.

46. Берестовой А. М., Зинченко С. Г., Хлестова О. А., Берестовой И. О. Основы оценки транспорта затвердевающих жидкостей промышленно-аграрного комплекса при наличии морских перевозок. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 11th International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". Sofia, Bulgaria. 01-03.07.2020. Pp. 56-65. – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua>.

47. Хлестова О. А., Зинченко С. Г. Риски при перегрузке опасных грузов в Мариупольском порту. Міжнародна науково-методична конференція «Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг». м. Маріуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 20-21 січня 2021.

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

48. Зинченко С. Г. Интеграция финансовых процессов в СМК предприятия. Наукові праці Маріупольського інституту МАУП: Збірник наукових праць. Вип. 6. – Маріуполь, МФ ТОВ «Друкарня «Новий світ», 2013 р. – С. 176-185.

49. Зинченко С. Г. Управление рисками компаний. Наукові праці Маріупольського інституту МАУП: Збірник наукових праць. Вип. 7. – Маріуполь, МФ ТОВ «Друкарня «Новий світ», 2014 р. – С. 72-75.

50. Зинченко С. Г. Развитие перевозок зерно-масличных грузов через морской порт Восточного региона Украины. Журнал «Сучасне птахівництво». – Київ, № 11-12, 2016. – С. 38-39.

51. Pnytskyu D., Zinchenko S. [Port Expansion Of China – Lessons For Ukraine](http://chinese-studies.com.ua/sites/default/files/Archive/2018/1/6.pdf). – Kyiv: Kitaêznavčî doslidžennâ, 2018, No. 1, pp. 36-57. – Режим доступу: <http://chinese-studies.com.ua/sites/default/files/Archive/2018/1/6.pdf>.

52. Зинченко С. Г. Повышение эффективности транспортных комплексов в условиях дерегуляции грузовых и пассажирских потоков. Судостроение и морская инфраструктура. Экономика и менеджмент. Сборник НУК им. Макарова. – Николаев, № 2 (10) 2018. – С. 270-278.

53. Зинченко С. Г., Янцевский А. В. Анализ ледовых условий зимней навигации в Азовском море для обоснования выбора ледокола. Збірник наукових праць НУК. Кораблебудування. – Миколаїв. № 1-2, 2018. – С. 7-11.

54. Берестовой А. М., Хлестова О. А., Зінченко С. Г., Берестовой І. О., Черниш А. А., Волков Д. В., Янцевський О. В. Патент на корисну модель, № 143062 Україна. Стенд для дослідження опору руху моделей транспортних засобів. Бюл. № 13, 10.07.2020 р.

## АНОТАЦІЯ

*Зінченко С. Г.* Методологічні основи оптимального технічного використання функціональних систем морських портів шляхом контролінгу якості їх експлуатації. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту». – Державний університет інфраструктури та технологій. – Київ, 2021 р.

Дисертація присвячена питанням підвищення результативності функціональних систем морських портів за рахунок раціонального обліку та оцінки використання природно-енергетичних і інших ресурсів. Розроблено методичні основи контролінгу, що враховують взаємозв'язок параметрів процесів і об'єктів в функціональних системах морських портів. Запропоновано методи ранжування і оцінки витрат всіх учасників транспортного процесу, що дозволяє практично розглянути функціональну систему морського порту на предмет значущості її складових елементів.

Концепцією даної дисертаційної роботи є контролінг якості на багатокритеріальній основі функціональних систем морських портів в різноманітних умовах експлуатації і наявності суброгаційного обладнання.

**Ключові слова:** транспорт, експлуатація, технологія, система, функціонування, контролінг, результативність, ресурси, ефектометрика.

## АННОТАЦИЯ

*Zinchenko S. G.* Методологические основы оптимального технического использования функциональных систем морских портов путём контроллинга качества их эксплуатации. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук по специальности 05.22.20 «Эксплуатация и ремонт средств транспорта». – Государственный университет инфраструктуры и технологий. – Киев, 2021 г.

Диссертация посвящена вопросам повышения результативности функциональных систем морских портов за счет рационального учета и оценки использования природно-энергетических и других ресурсов. Разработаны методические основы контроллинга, которые учитывают взаимосвязь параметров процессов и объектов в функциональной системе морского порта. Предложены методы ранжирования и оценки затрат всех участников транспортного процесса, что позволяет практически рассмотреть функциональную систему морского порта на предмет значимости ее составляющих элементов.

Концепцией данной диссертационной работы является контролинг качества на многокритериальной основе функциональных систем морских портов в различных условиях эксплуатации и наличия суброгаційного оборудования.

**Ключевые слова:** транспорт, эксплуатация, технология, система, функционирование, контролинг, результативность, ресурсы, эффектометрика.

## ANNOTATION

*Zinchenko S. G.* Methodological foundations for the optimal technical use of functional systems of seaports by controlling the quality of their operation. – Manuscript.

The dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, specialty 05.22.20 "Operation and repair of transportation means". – State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to the issues of increasing the operational efficiency of the functional systems of seaports of the seaport, which serving the industrial-

agricultural region, due to rational accounting and assessment of the use of natural energy and other resources.

The dissertation solves an urgent scientific problem aimed at improving the efficiency of the exploitation functional systems of seaports by reducing operating, repair and other costs.

Modern development of nuclear energy, defense and space technology, aviation, chemistry, non-ferrous and ferrous metallurgy in the field of ultralight and heavy-duty materials, agriculture in the field of fertilizers to increase yields and protection from pests of crops, all modes of transport, medicine, road and civil engineering in the field of emergence and development of new building materials, food and other industries and equipment leads to an increase in transportation of various types of cargo.

The concept of this dissertation is controlling on a multi-criteria basis the exploitation of the functional systems of seaports, serving the industrial and agricultural region in different terms and the availability of subrogation equipment.

A method has been developed that, using human-machine procedures, allows to estimate the cost-effectiveness and efficiency of the functional systems of seaports in uncertain conditions, as well as to outline measures to improve their estimates. Various evaluation criteria for the efficiency of exploitation functional systems of seaports have been studied and an algorithm has been proposed that allows decision makers to speed up the calculation of the required evaluation data and analyze them.

New scientifically substantiated developments in the field of functional systems of seaports have been made, which provide solutions to an important applied problem – organization of rational and most efficient operation of functional systems of seaports.

Methodological foundations of controlling are developed, which take into account the interconnection of the parameters of processes and objects in the functional systems of seaports. Methods of ranking and estimating the costs of all participants in the transport process are proposed, which makes it possible to practically consider the functional systems of seaports for the significance of its constituent elements.

The conclusions provide a theoretical generalization and propose new scientifically sound developments in solving a multi-criteria scientific and technical problem of improving the efficiency of the functional systems of seaports on the basis of accounting and evaluation of patterns and dependences of costs and use of natural resources, energy and other resources. A method for evaluating different types of functional systems of seaports on a multicriteria basis is proposed – it is a scientific novelty that allows to establish patterns of development of functional systems of seaports, with harmonization of interests of all participants in the process chain: "production – transport – consumption", and to form criteria and required and facility, management of the entire system.

**Keywords:** transport, exploitation, technology, system, functioning, controlling, effectiveness, resources, effectometrics.

**ЗІНЧЕНКО СЕРГІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ**

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ МОРСЬКИХ  
ПОРТІВ ШЛЯХОМ КОНТРОЛІНГУ ЯКОСТІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

---

Підписано до друку 19.08.2021. Формат 60x84/16. Папір офсет.  
Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,9.  
Обл.-вид. арк. 2,0. Тираж 100 прим. Зам. № 27. Ціна договірна