


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор  
Херсонської державної  
морської академії

 Олена ДЯГИЛЕВА

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

**З освітнього компонента**

Теорії математичного моделювання у  
транспортних технологіях

**Факультет**

Суднової енергетики

**Ступінь вищої освіти**

Доктор філософії

**Галузь знань**

J «Транспорт та послуги»

**Спеціальність**

J5 «Морський та внутрішній водний  
транспорт»

**Освітньо-наукова програма**

Транспортні технології: експлуатація,  
ремонт та управління рухом засобів  
водного транспорту

**Курс**

Другий

**Форма навчання**

Очна / заочна

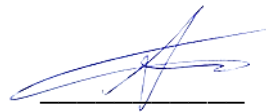
**Херсон – 2025**

Робочу навчальну програму освітнього компонента «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях» розробив згідно з освітньо-науковою програмою та навчальним планом підготовки «Доктор філософії», галузь знань J «Транспорт та послуги», спеціальність J5 «Морський та внутрішній водний транспорт», освітньо-наукова програма «Транспортні технології: експлуатація, ремонт та управління рухом засобів водного транспорту», д.т.н., проф. Шарко О.В., 14 с., мова навчання українська.

Програму розглянуто та ухвалено на засіданні кафедри транспортних технологій та механічної інженерії

Протокол № 1 від «3» вересня 2025 р.

Завідувач кафедри транспортних технологій та механічної інженерії

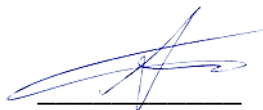


підпис

Андрій БУКЕТОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньо-наукової програми



підпис

Андрій БУКЕТОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Завідувач аспірантурою та докторантурою



підпис

Едуард АППАЗОВ

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Завідувач навчально-методичного відділу



підпис

Валентина ЧЕРНЕНКО

Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ

Рада із забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти ХДМА  
Протокол № 1 від «18» вересня 2025 р.

### **Позначення та скорочення:**

**ІМО** – міжнародна морська організація;

**ЄКТС** – Європейська кредитно-трансферна система;

**АТ** – атестаційний тиждень;

**Л** – лекція;

**ПЗ** – практичне заняття;

**ЛЗ** – лабораторне заняття.

**ОК** – освітній компонент.

## **1. Місце освітнього компонента в структурі освітньо-наукової програми**

Освітній компонент «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях» за навчальним планом є вибіркоким освітнім компонентом циклу професійної підготовки, блоку освітніх компонентів з набуття глибинних знань зі спеціальності. Загальна кількість годин – 120; 4,0 кредити, з них аудиторних 56 годин (28 годин лекційних, 28 – практичні, 64 – самостійна робота).

**Мета освітнього компонента .** Метою освітнього компонента є освоєння та розуміння здобувачами основних теоретичних знань та практичних навичок з математичного моделювання у транспортних технологіях.

Передбачено надати загальні уявлення про роль і місце математичного моделювання у транспортних технологіях, методи моделювання транспортних технологій, методи відбору факторів моделювання та експериментів, програми моделювання транспортних технологій та технологічних процесів.

Вивчення освітнього компонента «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях» сприяє розширенню наукового світогляду, підвищенню загальної наукової культури та розвитку мислення та забезпечує знання, необхідні для розуміння основних прийомів та методів математичного моделювання, з якими здобувачу доведеться зустрічатися у своїй фаховій діяльності.

При викладанні освітнього компонента враховуються особливості навчального плану підготовки з даного напрямку, вимоги безперервності і наступності знань з моделювання, організації складних об'єктів і систем при вивченні спеціальних навчальних дисциплін.

**Методи навчання і викладання.** Під час викладання освітнього компонента перевага надається застосуванню як традиційної системи методів і прийомів, так і інноваційних інтерактивних методик (майстер-класи, науково-практичні семінари, наукові веб-семінари), інтерактивні лекції, ділові ігри, наукові дискусії, а також електронному навчанню в системі Moodle (<https://mdl.ksma.ks.ua/course/index.php?categoryid=984>) тощо.

Вивчення освітнього компонента «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях» спрямовано на формування наступних програмних результатів навчання (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 – Програмні результати навчання відповідно до освітньо-наукової програми

| №  | Основні програмні результати навчання, якими повинен оволодіти здобувач   |
|----|---|
| 1  | 2   |
| 1  | ПРН 02. Здатність узагальнити плани управління матеріальними ресурсами для забезпечення наукових досліджень у сфері транспортних систем та технологій і дотичних міждисциплінарних напрямках                              |
| 2  | ПРН 05. Уміння встановити самостійно дослідницькі цілі, формулювати і перевіряти гіпотези   |
| 3  | ПРН 07. Вміння розробити стратегічні плани щодо сфер застосування науково-дослідних розробок при реалізації наукових проєктів, організовувати їх впровадження   |
| 4  | ПРН 11. Уміння аргументувати нестандартні рішення в критичних ситуаціях   |
| 5  | ПРН 12. Уміння передбачати можливості для успішної реалізації інноваційних ідей, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті сучасних знань щодо досліджуваної проблеми |
| 6  | ПРН 27. Уміння вирішувати задачі інноваційного характеру за допомогою сучасних програмних технічних засобів та комп'ютерного моделювання  |
| 7  | ПРН 28. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів у сфері транспортних технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках   |
| 8  | ПРН 29. Застосовувати необхідні математичні методи та моделі, комп'ютерні та хмарні технології для виконання визначених завдань і обґрунтування висновків у галузі транспортних систем та технологій                      |
| 9  | ПРН 40. Застосувати відповідні стратегії прийняття управлінських рішень залежно від умов функціонування транспортних систем   |
| 10 | ПРН 42. Вміти прогнозувати потенційні наслідки прийняття управлінських рішень у галузі водного транспорту   |

Міжпредметні зв'язки освітнього компонента «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях» з іншими освітніми компонентами освітньо-наукової програми наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Міжпредметні зв'язки, які забезпечуються (наступними) освітніми компонентами.

| №                            | Освітній компонент   |
|------------------------------|--|
| Попередні освітні компоненти |  |
| 1                            | Іноземна мова (англійська) для академічних цілей                       |
| 2                            | Інформаційні технології в науковій діяльності                          |
| 3                            | Методи діагностики, контролю надійності транспортних систем та засобів |
| Наступні освітні компоненти  |  |
| 4                            | Відсутні, враховуючи закінчення освітньої складової ОНП                |
| 5                            | Ідентифікація технологічних процесів у транспортних системах           |
| 6                            | Моделювання транспортних систем  |

У результаті засвоєння освітнього компонента аспіранти повинні

**знати:**

- основні теорії математичного моделювання у транспортних технологіях;
- методи моделювання транспортних систем щодо сфер застосування науково-дослідних розробок;
- можливості системного підходу до розробки та аналізу математичних моделей для успішної реалізації інноваційних ідей;
- технологію пошуку інформації для планування транспортних систем;
- елементи досліджень інноваційного характеру моделювання у транспортних технологіях за допомогою сучасних програмних та технічних засобів.

**вміти:**

- встановлювати самостійно дослідницькі цілі при плануванні та моделюванні експерименту;
- аргументувати нестандартні рішення в критичних ситуаціях;
- модифікувати набуті знання та навички;
- відходити від стереотипів, адаптуватися та діяти в новій ситуації за допомогою розробки та аналізу математичних моделей в транспортних технологіях;
- виконувати оригінальні дослідження, системний підхід, досягати наукових результатів у сфері транспортних технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках.

***отримати навички:***

- застосування необхідних математичних методів та моделей, комп'ютерних технологій для виконання визначених завдань у галузі транспортних систем та технологій;
- застосування відповідних стратегій прийняття управлінських рішень залежно від умов функціонування транспортних систем;
- прогнозування потенційних наслідків прийняття управлінських рішень у сфері водного транспорту.

## 2. Зміст освітнього компонента

Опис освітнього компонента «Теорії математичного моделювання у транспортних технологіях»

Таблиця 2.1. Опис освітнього компонента очної форми навчання

| Термін вивчення освітнього компонента |         | Обсяг освітнього компонента |              | Розподіл академічних годин за видами занять очної форми навчання |                   |                     |                     |                   | Контроль знань               |       |       |
|---------------------------------------|---------|-----------------------------|--------------|--|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|
| Курс                                  | Семестр | Всього академічних годин    | Кредити ECTS | Аудиторні заняття  |                   |                     |                     | Самостійна робота | Вид індивідуального завдання | Залік | Іспит |
|                                       |         |                             |              | Лекції   | Практичні заняття | Лабораторні заняття | Семінарські заняття |                   |                              |       |       |
| 1                                     | 2       | 3                           | 4            | 5  | 6                 | 7                   | 8                   | 9                 | 10                           | 11    | 12    |
| 2                                     | 3       | 120                         | 4            | 28   | 28                | -                   | -                   | 64                | -                            | +     | -     |

Таблиця 2.2. Опис освітнього компонента заочної форми навчання

| Термін вивчення освітнього компонента |         | Обсяг освітнього компонента |              | Розподіл академічних годин за видами занять заочної форми навчання |                   |                     |                     |                   | Контроль знань               |       |       |
|---------------------------------------|---------|-----------------------------|--------------|--|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|
| Курс                                  | Семестр | Всього академічних годин    | Кредити ECTS | Аудиторні заняття  |                   |                     |                     | Самостійна робота | Вид індивідуального завдання | Залік | Іспит |
|                                       |         |                             |              | Лекції   | Практичні заняття | Лабораторні заняття | Семінарські заняття |                   |                              |       |       |
| 1                                     | 2       | 3                           | 4            | 5  | 6                 | 7                   | 8                   | 9                 | 10                           | 11    | 12    |
| 2                                     | 3       | 120                         | 4            | 6  | 6                 | -                   | -                   | 108               | -                            | +     | -     |



### 3. Структура освітнього компонента

Таблиця 3.1. Зміст та опис освітнього компонента

| № з/п            | Назва розділів та тем   | Обсяг годин         |    |    |                       |    |     |
|------------------|---|---------------------|----|----|-----------------------|----|-----|
|                  |   | Очна форма навчання |    |    | Заочна форма навчання |    |     |
|                  |   | Лекція              | ПЗ | СР | Лекція                | ПЗ | СР  |
| 1                | 2   | 3                   | 5  | 6  | 7                     | 9  | 10  |
| <b>Семестр 4</b> |   |                     |    |    |                       |    |     |
| 1                | <b>Тема 1.</b> Роль і місце математичного моделювання у транспортних технологіях                        | 2                   | —  | 2  | 2                     | —  | 4   |
| 2                | <b>Тема 2.</b> Методи моделювання транспортних систем   | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 3                | <b>Тема 3.</b> Методи відбору факторів моделювання  | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 4   |
| 4                | <b>Тема 4.</b> Методи відбору факторів експериментів  | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 5                | <b>Тема 5.</b> Математичне та імітаційне моделювання транспортних систем                                | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 6                | <b>Тема 6.</b> Математичне планування експерименту  | 4                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 7                | <b>Тема 7.</b> Елементи теорії дослідження операцій   | 2                   | —  | 4  | 2                     | —  | 6   |
| 8                | <b>Тема 8.</b> Елементи теорії масового обслуговування  | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 9                | <b>Тема 9.</b> Елементи теорії множин і графів. Елементи теорії розкладів                               | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 10               | <b>Тема 10.</b> Елементи теорії надійності в моделюванні технічних систем                               | 2                   | —  | 4  | —                     | —  | 6   |
| 11               | <b>Тема 11.</b> Інформаційні системи та комп'ютерні програми моделювання транспортних технологій        | 4                   | —  | 4  | 2                     | —  | 6   |
| 12               | <b>Тема 12.</b> Системний підхід до розробки та аналізу математичних моделей в транспортних технологіях | 2                   | —  | 2  | —                     | —  | 6   |
| 13               | <b>Тема ПЗ 1.</b> Математичне моделювання технологічних процесів  | —                   | 6  | 4  | —                     | 1  | 10  |
| 14               | <b>Тема ПЗ 2.</b> Використання методів планування експерименту для процесу вимірювання величин          | —                   | 6  | 4  | —                     | 1  | 10  |
| 15               | <b>Тема ПЗ 3.</b> Математичний апарат для моделювання технічних систем                                  | —                   | 8  | 6  | —                     | 2  | 10  |
| 16               | <b>Тема ПЗ 4.</b> Елементи теорії надійності в моделюванні технічних систем                             | —                   | 8  | 6  | —                     | 2  | 10  |
| <b>Всього</b>    |   | 28                  | 28 | 64 | 6                     | 6  | 108 |

#### 4. Рейтингова система для оцінювання успішності аспірантів

Для оцінювання успішності здобувачів очної та заочної форми навчання використовується рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання всіх запланованих видів робіт.

Таблиця 4.1. Бальні оцінки для елементів контролю очної форми навчання

| 4-й семестр  |                  |                  |                         |
|--|------------------|------------------|-------------------------|
| Елементи навчальної діяльності   | Кількість занять | Максимальний бал | Всього балів за семестр |
| Виконання та захист практичних робіт   | 4                | 20               | 80                      |
| Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента  | 1                | 20               | 20                      |
| Всього максимум за семестр   |                  |                  | 100                     |
| Формою підсумкового контролю є залік. Здобувачі допускаються до складання заліку за умови виконання усіх теоретичних та індивідуальних робіт з освітнього компонента . |                  |                  |                         |

Таблиця 4.2. Бальні оцінки для елементів контролю заочної форми навчання

| 4-й семестр  |                  |                  |                         |
|--|------------------|------------------|-------------------------|
| Елементи навчальної діяльності   | Кількість занять | Максимальний бал | Всього балів за семестр |
| Виконання та захист практичних робіт   | 4                | 20               | 80                      |
| Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента  | 1                | 20               | 20                      |
| Всього максимум за семестр   |                  |                  | 100                     |
| Формою підсумкового контролю є залік. Здобувачі допускаються до складання заліку за умови виконання усіх теоретичних та індивідуальних робіт з освітнього компонента . |                  |                  |                         |

#### **Виконання та захист практичних робіт (очна/заочна).**

Для здобувачів **очної і заочної форми** навчання передбачено виконання 4-х практичних робіт, які оцінюються від 0 до 20 балів:

за правильне виконання практичної роботи з наданням повної відповіді – 16...20 балів;

за правильне виконання практичної роботи з наданням неповної відповіді – 10...15 балів;

за правильне виконання практичної роботи без надання відповіді – 6...9 балів;

за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та з наданням неповної відповіді – 1...5 балів;

за розв'язання виконання практичної роботи з помилками та без надання відповіді – 0 балів.

**Виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента .**

*Для здобувачів очної та заочної форм навчання передбачено виступ в аудиторії з тематикою, що відповідає плану освітнього компонента . Це може бути підготовка до участі у міжнародній науковій конференції з доповіддю що відповідає плану освітнього компонента .*

Таблиця 4.3. Розподіл балів за виступ в аудиторії

| Кількість балів за показник     |  |   |         |   | Максимальна кількість балів |
|---------------------------------|--|---|---------|---|-----------------------------|
| Повнота опрацьованого матеріалу | Вміння відповідати на поставлені запитання |   | Новизна |   | 20                          |
| 5                               | 5  | 0 | 10      | 0 |                             |

**5. Питання для проведення підсумкового контролю знань**

1. Що розуміють під концепцією PLM-рішень?
2. Що називається математичною схемою?
3. Які типові схеми використовуються під час моделювання технічних систем?
4. Які умови та особливості використання під час розробки моделей систем різних типових схем?
5. У чому полягає суть системного аналізу?
6. Що називається синтезом технічних систем?
7. Які є методи моделювання систем?
8. У чому суть імітаційного моделювання?
9. Як використовуються результати математичного моделювання?
10. Які властивості матриць факторних експериментів?
11. Що таке дисперсія параметра оптимізації та її розрахунок у різних випадках?
12. За якими критеріями перевіряється однорідність дисперсій?
13. Що таке ортогональне композиційне планування, коли його використовують?
14. Які випадки ухвалення рішень можливі в умовах ризику?
15. Як вирішують задачі математичного програмування графоаналітичним методом?
16. Назвіть методи вирішення багатокритеріальних задач оптимізації.
17. Які ухвалюють рішення в умовах ризику?
18. Які ухвалюють рішення в умовах невизначеності?
19. Що таке система масового обслуговування?
20. Чим характеризують марковський випадковий процес?
21. Які основні задачі теорії масового обслуговування?
22. Наведіть приклади використання багатоканальної системи масового обслуговування з очікуванням.
23. Де і для чого використовують теорію графів?

24. Що таке множина? Які операції можна здійснювати над множинами?
25. Як на графі позначають вершини? Як зображають ізольовану вершину?
26. Як побудувати екстремальне дерево?
27. Як застосовувати теорію графів для розв'язування технічних задач?
28. Наведіть основні вимоги до математичних моделей.
29. Назвіть структурні елементи математичних моделей
30. У чому суть системного підходу до розробки та аналізу математичної моделі?

## 6. Рекомендована література

### Основна:

1. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем: навчальний посібник. – Тернопіль: СМП «Тайп», 2009. 260 с.
2. Жученко А. І., Ладієва Л. Р., Піргач М. С., Жураковський Я. Ю. Математичне моделювання процесів і систем: навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 351 с.
3. Клевцов К.М., Букетов А.В., Шарко О.В.. Логістична система водного транспорту України: навчальний посібник. – Херсон: ТОВ Науковий парк ХДМА «Інновації морської індустрії», 2022. 277 с.
4. Кривий О.Ф. Методи математичного моделювання в задачах судноводіння: навч.посіб.– Одеса : ОНМА, 2015. 86 с.
5. Махней О. В. Математичне моделювання: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2015. 372 с.
6. Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В. Математичне моделювання систем і процесів: навчальний посібник. – К.: НАУ, 2017. 392 с.

### Допоміжна:

1. Клевцов К.М., Букетов А.В., Шарко О.В., Сапронов О.О., Васильченко Г.Ю., Соценко В.В. Моделювання морських транспортних схем України в сучасних умовах на основі математичного аналізу. *Прикладні питання математичного моделювання*. – Херсон: ХНТУ, 2025, Т., № 1. С. 110-121
2. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія – Вінниця: 2021. 193 с.
3. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навчальний посібник. – К. : НАУ, 2014. 274 с.
4. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: підруч. / В.Б. Струтинський. – Житомир : ЖІТІ, 2001. 611 с.
5. Томашевський В.М., Данова О.Г., Жлдаков О.О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання. – К.: Корнійчук, 2001. 267с.
6. Шарко О., Степанчиков Д., Шарко А., Яненко А., Мовчан П. Застосування багатокритеріального аналізу при дослідженні термодинамічних процесів у судноремонті та транспортній інфраструктурі. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*, 2024. No 1(28). С. 117-133. DOI: <https://doi.org/10.33815/2313-4763.2024.1.28.117-132>
7. Шарко О., Букетов А., Клевцов К., Сапронов О., Акімов О. Моделювання транспортно-логістичних схем вантажних перевезень в умовах глобальних ризиків. *Проблеми тертя та зношування*. №3 (100). 2023. С.94-105. DOI: [https://doi.org/10.18372/0370-2197.3\(100\).17899](https://doi.org/10.18372/0370-2197.3(100).17899)
8. Шарко О.В., Клевцов К.М., Степанчиков Д.М., Яненко А.В. Організація моніторингу прогнозування технічного стану вузлів турбокомпресорів із використанням ланцюгів Маркова. Матеріали 14-й Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування» (м. Херсон, 2023 р.), С.148-150

9. Louda P., Sharko O., Stepanchikov D., Sharko A. Features of the Application of the Principal Component Method to the Study of Acoustic Emission Signals Under Loading of Multilayer Structures. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 2023, 149, PP. 462–487 Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-031-16203-9\_27.
10. Marasanov V., Stepanchikov D., Sharko O., Sharko A. Technique of System Operator Determination Based on Acoustic Emission Method. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, 1246 AISC, Springer Nature Switzerland AG 2021, PP. 3–22. DOI: 10.1007/978-3-030-54215-3\_1
11. Sharko O.V., Stepanchikov D.M., Movchan P.V.: Multicriteria optimization of situational management of sea transportation Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті». MINTT-2025. 28–30 травня 2025 року, Одеса, Україна, С. 42-45.
12. Sharko O.V., Yanenko A.V. (2023) Modeling of Intelligent Security Diagnostics and Monitoring of Elements in Ship Installations by Lantsyugiv Markov . Materials of the XI international scientific-practical conference «Information Control Systems and Technologies» (ICST- ODESSA – 2023) 21th – 23th September, 2023, PP. 216-220. URL: <https://icst-conf.com/2023.pdf>
13. Sharko O., Louda P., Sharko A., Stepanchikov D., Nguyen T., Tran D., Buczkowska K., Le V.S. Intelligent Geopolymer Characterisation System Using Multicriteria Analysis and Markov Chains. *CEUR Workshop Proceedings*, 2023. 3513, pp. 384–397 URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85176311753&origin=resultslist>
14. Sharko O., Yanenko A. Modeling intelligent software for the diagnostic and monitoring of ship power plant components using Markov chain. *Наукоємні технології*, 2023, №3(59) PP. 251-261. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.59.17946>
15. Sharko O., Buketov A., Klevtsov K., Sapronov O., Akimov O. Entropy model for determining the necessary information in the diagnostics of maritime transportation. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, 2024, vol. 113, no 1, PP. 58–70. DOI: 10.33108/visnyk\_tntu2024.01
16. Sharko O., Yanenko A. Synthesis of mathematical models for monitoring the technical condition of vehicles during their operation. *Наукоємні технології*, 2024, № 1(61), PP. 44-50 DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.61.18514>

#### **Інформаційні ресурси:**

1. [https://ksma.ks.ua/wp-content/uploads/2025/05/%D0%9E%D0%9D%D0%9F\\_275\\_2025.pdf](https://ksma.ks.ua/wp-content/uploads/2025/05/%D0%9E%D0%9D%D0%9F_275_2025.pdf)
2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569125002091>
3. [https://www.researchgate.net/publication/370250295\\_A\\_Mathematical\\_Modeling\\_and\\_an\\_Optimization\\_Algorithm\\_for\\_Marine\\_Ship\\_Route\\_Planning](https://www.researchgate.net/publication/370250295_A_Mathematical_Modeling_and_an_Optimization_Algorithm_for_Marine_Ship_Route_Planning)
4. [https://www.researchgate.net/publication/353415644\\_Solution\\_of\\_the\\_Problem\\_of\\_Optimizing\\_Route\\_with\\_Using\\_the\\_Risk\\_Criterion/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/353415644_Solution_of_the_Problem_of_Optimizing_Route_with_Using_the_Risk_Criterion/figures?lo=1)
5. <https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/fumie.costen/pastwork/grapes/XiaoWenyu.pdf>