

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

**02-02-193М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійного вивчення та виконання практичних завдань  
з навчальної дисципліни «Моделювання транспортних систем»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за  
освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні  
технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275  
«Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27  
«Транспорт»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
навчально-наукового механічного  
інституту  
Протокол №6 від 21.03.2023р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Моделювання транспортних систем» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою другого рівня вищої освіти за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форм навчання / Кристопчук М. Є., Хітров І. О. – Рівне : НУВГП, 2023. – 23 с.

Укладачі:

Кристопчук М. Є., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент;

Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск – Никончук В. М., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д-р. екон. наук.

Керівник групи забезпечення спеціальності – Кристопчук М. Є., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент.

© І. О. Хітров,  
М. Є. Кристопчук, 2023  
© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Методичні рекомендації для вивчення тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів денної форми навчання .....	5
2. Методичні рекомендації для вивчення тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів заочної форми навчання .....	7
3. Тестові питання для самоконтролю.....	12
4. Методичні вказівки до виконання практичної (індивідуальної) роботи .....	22
Рекомендована література .....	26

## ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання транспортних систем» є формування професійних знань і набуття практичних навиків в виборі шляхів оптимізації транспортних систем пасажирських, вантажних перевезень та раціонального розподілу транспортних потоків за освітньою компонентою, як здатність до дослідження і управління функціонуванням транспортних систем та технологій (ФК 01), здатність до визначення та застосування перспективних напрямків моделювання транспортних процесів (ФК 02), здатність до управління транспортними потоками (ФК 07) та здатність використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у сфері транспортних систем та технологій (ФК 11).

Основними завданнями є закріплення професійних якостей майбутніх фахівців щодо моделювання транспортних систем за відповідним математичним апаратом з використанням програмного забезпечення за програмним результатом навчання, які полягають у здатності розробляти нові та удосконалювати існуючі транспортні системи та технології, визначати цілі розробки, наявні обмеження, критерії ефективності та сфери використання (РН-06), розробляти та аналізувати графічні, математичні та комп'ютерні моделі транспортних систем та технологій (РН-07) та використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу, розробки та удосконалення транспортних систем та технологій (РН-14).

Навчальна дисципліна дисципліни «Моделювання транспортних систем» відноситься до професійного блоку дисциплін з циклу фахової підготовки здобувача вищої освіти.

Поглиблене освоєння і закріплення теоретичних знань і практичних вмінь неможливе без самостійної роботи здобувача вищої освіти. Практичним порадиником в самостійному опануванні є методичні вказівки, яке надають рекомендації для вивчення і опрацювання тем згідно силабусу, завдання для самоперевірки, рекомендовану літературу.

# **1. Методичні рекомендації для вивчення тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів денної форми навчання**

## **Способи відображення інформації та обробки даних**

- 1.1. Основні види відображення інформації (Опря 2014, Павленчик 2020)
- 1.2. Табличне та графічне відображення інформації (Опря 2014, Павленчик 2020)
- 1.3. Програмне забезпечення для обробки і візуалізації даних

## **Питання для самоконтролю**

1. З якою метою застосовують візуалізацію даних? Наведіть приклади застосування
2. Розкрийте зміст поняття «цифрова» і «графічна» візуалізація.
3. Як підібрати відповідний тип відображення даних? Опишіть механізм побудови графіку.
4. Як будується обліково-плановий графік?
5. За допомогою якого програмного забезпечення можна візуалізувати інформацію?
6. Опишіть послідовність побудови об'ємного графіку з використання додатку в Excel.
7. Дайте коротку характеристику основному меню програми Хага для візуалізації інформації.

Студенти денної форми навчання за темою пишуть самостійну роботу обсягом 8-12 сторінок формату А4, яка повинна містити: зміст, вступ, основну частину, висновки, список використаних джерел. Робота має бути захищена в терміни, узгоджені між студентом та викладачем.

Студент допускається до складання іспиту за всі виконані та захищені практичні роботи, а також за самостійну роботу, допущену викладачем до захисту і захищену студентом.

## **2. Методичні рекомендації для вивчення тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів заочної форми навчання**

### **Тема 1. Огляд сучасного програмного забезпечення для моделювання транспортних систем**

1.1. Теоретико-практичні основи моделювання.

1.2. Особливості транспортних систем як об'єкту моделювання.

1.3. Огляд різновидів програмного забезпечення для мікро- та макромоделювання сценаріїв розвитку транспортних систем:

1. Програмне забезпечення для прогнозного транспортного моделювання та симуляції Cube.

2. Особливості моделювання транспортної системи в Polaris.

3. Програмний продукт для моделювання та аналізу складних процесів та систем FlexSim.

4. Управління транспортом в ANT-Logistics

4. Програмні продукти PTV Group

Література: URL-1 – URL-6, Стеценко 2010, Давідіч 2019.

### **Питання для самоконтролю**

1. Опишіть сферу використання Cube. Які типові завдання вона здатна вирішити? Наведіть приклади.

2. Чи реалізовано мультимодальний підхід зі зворотним зв'язком між різними видами транспорту в програмному забезпеченні Cube?

3. Опишіть функціональні можливості програмного продукту Polaris від Argonne. Які аспекти прийняття рішень про поїздки можна змодельовати в інтегрованій моделі мережевого попиту?

4. Наведіть приклади застосування програмного продукту Polaris.

5. Які програмні продукти реалізує PTV Group. Наведіть їх коротку характеристику.

6. Опишіть найпростіший алгоритм моделювання та принцип його побудови.

7. В якій галузі застосовується FlexSim? Наведіть приклади.

8. Що визначення, що таке модель? Які типи бувають?

9. Розкрийте зміст поняття «моделювання» та «параметр». Як вони співвідносяться?

10. Опишіть можливості хмарної програми логістики в ANT-Logistics.

## **Тема 2. Моделювання пасажирських транспортних систем**

2.1. Методи збору інформації щодо параметрів пасажирських транспортних систем.

2.2. Методи обробки масивів вихідних даних.

2.3. Побудова макромоделей пасажирських транспортних систем.

Література: Hutchinson 1984, Rao 1997, Banks 1998, Hensher 2000, 5. Femke 2019, Michael 2010, Гаврилов 2007, Мигаль 2007, Краус 2012, Черноусенко 2016.

### **Питання для самоконтролю**

1. Зобразіть загальну схему побудови пасажирських транспортних систем. Опишіть кожен етап побудови.

2. Опишіть основні принципи районування.

3. Охарактеризуйте пасажирську транспортну систему. Які необхідні вихідні дані для побудови моделі?

4. Які існують рівні управління пасажирськими транспортними системами? Дайте коротку характеристику кожного з них.

5. Вкажіть основні завдання координації руху всіх видів пасажирського транспорту.

6. Опишіть вплив динамічних процесів розвитку міста на показники функціонування маршрутної пасажирської транспортної системи.

7. Перерахуйте методи обробки масивів вихідних даних. Наведіть переваги і недоліки кожного методу.

8. Що таке метод експертних оцінок?

### **Тема 3. Моделювання транспортних систем вантажних перевезень**

3.1 Методи збору інформації щодо параметрів вантажних транспортних систем.

3.2. Методи обробки масивів вихідних даних.

3.3. Побудова макромоделей вантажних транспортних систем.

Література: Гаврилов 2007, Мигаль 2007, Краус 2012, Черноусенко 2016.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Відобразіть схему побудови моделі транспортного вузла. Опишіть кожен елемент цієї системи.

2. Якими параметрами характеризується статичний і динамічний стан елементів транспортного вузла?

3. У чому полягає системний підхід для розв'язку завдань моделювання транспортних систем при вантажних перевезеннях?

4. Охарактеризуйте процес функціонування системи вантажних перевезень. Розкрийте зміст окремих елементів процесу.

5. Зобразіть загальну схему побудови системи вантажних перевезень. Опишіть кожен етап побудови.

5. Що виступає об'єктом моделювання для дослідження вантажних перевезень?

6. Які існують рівні управління систем вантажних перевезень? Дайте коротку характеристику кожного з них.

7. Опишіть методи статистичної обробки інформації.

8. Опишіть і охарактеризуйте основні етапи моделювання вантажних процесів за розвізним маршрутом.

9. Яке програмне забезпечення використовується для моделювання складського і перевізного процесу доставки вантажів?

10. За допомогою якого програмного меню здійснюється аналіз параметрів вантажних перевезень? Як їх інтерпретувати?



## **Тема 4. Моделювання параметрів інфраструктурних об'єктів транспортних систем**

4.1. Методи збору інформації щодо параметрів функціонування інфраструктурних об'єктів транспортних систем.

4.2. Методи обробки масивів вихідних даних.

4.3. Побудова мікромоделей інфраструктурних об'єктів транспортних систем.

### **Питання для самоконтролю**

1. Опишіть сутність транспортної системи в контексті інфраструктурного забезпечення регіону.

2. Перерахуйте об'єкти транспортного сервісу і дайте коротку характеристику.

3. Опишіть етапи моделювання логістичної системи.

4. Перерахуйте методи обробки даних визначеного об'єкту транспортної системи.

5. Опишіть процес моделювання транспортного вузла.

6. У чому полягає відмінність графічного способу відображення інформації та за допомогою номограм?

7. Змодельуйте роботу транспортного терміналу.

### **3. Тестові питання для самоконтролю**

*Контрольні тестові питання з однією правильною відповіддю:*

1. Яку особливість має математичне моделювання в транспортних технологіях?

- поряд з фізичними процесами необхідно розглядати ще й дії людини як біологічного об'єкта з певними психологічними особливостями

- математичний опис закономірностей, притаманних будь-якому об'єкту, системі або процесу, виражених за допомогою техніко-економічного показника

- дослідження будь-яких об'єктів та їх моделі з реалізацією масштабного проекту на папері.

- математичний опис транспортного планування з допустимою похибкою

2. Як називається «сукупність елементів, що знаходяться у взаємозв'язку між собою, яка утворює певну єдність, цілісність» за філософським змістом поняття?

- система
- відповідність
- комбінаторика
- класова ознака
- критерій якості

3. Яка властивість характерна системі?

- непослідовність
- ієрархічність
- невизначеність часового простору
- дискретність
- всі перераховані відповіді вірні

4. До якого типу можна віднести транспортні системи?

- реальні
- абстрактні
- непередбачувані
- лінійні

5. Як називається метод, який полягає у створенні цифрового аналога карти, як моделі транспортної мережі?

- координатне моделювання
- експериментальне моделювання
- похідне моделювання
- фізичне моделювання
- дискретне моделювання

6. До якого виду інформації (за методом збору) відносяться факти, мотиви, позиції, наміри?

- первинної
- вторинної
- інструментальної
- відомчої
- системної

7. Як називається спосіб одержання інформації, сукупність застосовуваних прийомів, процедур і операцій для пізнання реальності?

- модель
- метод
- експеримент
- дослідження
- опитування

8. В яких сферах застосовуються методи імітаційного моделювання.

- соціальних
- логістичних перевезеннях
- народному господарстві
- економічного розвитку
- всі перераховані відповіді вірні

9. Як називається частина генеральної сукупності, що підлягає безпосередньому обстеженню?

- сукупність
- репрезентативність
- вибірка
- об'єкт дослідження

10. Якому методу моделювання характерне упорядковане перерахування ланок транспортної мережі із зазначенням їх характеристик?

- соціальному
- фізичному
- економічному
- топологічному
- у всіх перерахованих варіантах

11. Динамічне програмування – це ...

- розділ математичного програмування, де розглядаються задачі, в яких для кожної змінної формулюється локальна оптимізаційна задача, в результаті розв'язування

- розділ математичного програмування, у якому

розглядаються оптимізаційні задачі з дискретними змінними якої знаходиться значення відповідної змінної, найкраще з точки зору всієї задачі

- спеціальна задача математичного програмування з нулевими змінними, яка відноситься до моделей транспортного типу, і полягає у закріпленні постачальників за споживачами за умови досягнення найкращого результату

- задача математичного програмування, в якій цільова функція та (чи) обмеження мають імовірнісний характер

- група методів дискретного програмування, заснованих на ідеї перебору підмножин допустимих розв'язків задачі, з відсіюванням підмножин, серед яких недоцільно шукати оптимальний розв'язок

## 12. Моделювання – це ...

- спосіб дослідження реальних об'єктів за допомогою сконструйованих моделей, їх експериментальний та (або) теоретичний аналіз, зіставлення результатів з даними про об'єкт та при необхідності коректування моделей

- спосіб дослідження реальних об'єктів за допомогою сконструйованих моделей

- коректування моделей

- зіставлення результатів з даними про об'єкт

- процес дослідження реальних об'єктів за допомогою сконструйованих моделей, їх експериментальний та теоретичний аналіз

## 13. Модель – це ...

- умовний образ об'єкту чи процесу, який вивчається, що відображає його основні характеристики і використовується в ході дослідження

- умовний образ об'єкту, що відображає його основні характеристики і використовується в ході дослідження

- умовний образ процесу, який вивчається, та відображає його основні характеристики

- умовний образ об'єкту чи процесу, який вивчається, та відображає його основні характеристики

- умовний образ об'єкту чи процесу

14. Дискретне програмування – це ...

- розділ математичного програмування, де розглядаються задачі, в яких для кожної змінної сформулюється локальна оптимізаційна задача

- розділ математичного програмування, у якому розглядаються оптимізаційні задачі з дискретними змінними якої знаходиться значення відповідної змінної, найкраще з точки зору всієї задачі

- спеціальна задача математичного програмування з нульовими змінними, яка відноситься до моделей транспортного типу, і полягає у закріпленні постачальників за споживачами (робітників за посадами, видами робіт, тощо) за умови досягнення найкращого результату

- задача математичного програмування, в якій цільова функція та (чи) обмеження мають імовірнісний характер

- група методів дискретного програмування, заснованих на ідеї перебору підмножин допустимих розв'язків задачі, з відсіюванням підмножин, серед яких недоцільно шукати оптимальний розв'язок

15. Принцип оптимальності Беллмана – принцип розв'язування задач ...

- динамічного програмування
- лінійного програмування
- цілочисельного програмування
- дискретного програмування
- евристичного програмування

16. Яка з ситуацій можлива при допустимому плані доставки продукції за умови збалансованості транспортної задачі?

- попит споживачів задовольнили повністю, а у постачальників залишилася продукція

- вся продукція постачальників розподілена між споживачами, а попит задовольнили не повністю

- до споживачів доставлено продукції більше за попит

- доставляється продукції менше, ніж існує пропозиція

- кожному споживачеві доставляється продукції стільки,

скільки потрібно і у постачальників продукції не залишається

17. Який з методів знаходження початкового плану доставки продукції транспортної задачі є найбільш ефективним?

- метод мінімальної вартості
- метод північно-західного кута
- метод Фогеля
- метод подвійної переваги
- всі методи однаково ефективні

18. На яких теоретичних положеннях можуть базуватися методи транспортного моделювання?

- теорія ймовірності
- статистика
- диференціальні рівняння
- чисельні методи
- всі перераховані відповіді вірні

*Тестові питання з двома і більше правильними відповідями:*

1. У якій формі може бути подання реального об'єкта в моделі?

- математичній
- фізичній
- символічній
- графічній

2. Які вимоги висуваються до моделі?

- адекватність
- повнота
- гнучкість
- простота
- відповідність моделі ресурсним можливостям обробки інформації

3. Пронумеруйте основні етапи моделювання (вказіть їх послідовність, наприклад 1-3-5-4-7-6-2)

- 1. Розробка технічних рішень
- 2. Побудова математичної моделі
- 3. Проведення обчислювальних експериментів
- 4. Розробка фізичної моделі реального процесу
- 5. Аналіз результатів досліджень
- 6. Розробка алгоритму розв'язування поставленої задачі

та програмного забезпечення

- 7. Тестування розробленого програмного комплексу та вдосконалення моделі

5. Вкажіть основні ознаки транспортної системи за принципом їх поділу?

- територіальний
- організаційний
- за об'єктом перевезень
- за видом транспорту
- фізіологічним

6. Вкажіть переваги транспортного моделювання над іншими видами досліджень.

- моделювання може виконуватись для перевірки неоднозначного аналітичного рішення

- моделювання дає інтуїтивне уявлення про досліджувану транспортну систему

- моделювання дешевше багатьох інших експериментів

- моделювання складних процесів руху транспорту уможливорює визначити, які змінні є важливими і яким чином вони взаємопов'язані

7. Вкажіть основні ознаки транспортної системи за принципом їх поділу?

- територіальний
- організаційний
- за об'єктом перевезень
- за видом транспорту
- фізіологічним потребам

8. Виберіть систему, яка відноситься до транспортних (направлена на виконання певних транспортних функцій).

- транспортне підприємство
- приміський маршрут
- залізничний транспорт
- повітряний транспорт
- громадський транспорт

9. Який підхід до формування топологічних схем застосовується в моделюванні транспортної мережі?

- монотранспортний
- площинний
- політранспортний
- висотний
- нейронний

10. Вкажіть основні характеристики дуг транспортної мережі.

- ємності транспортних районів
- генерування поїздки
- довжина ділянок
- вибір критерію оптимізації
- траси маршрутів

11. Вкажіть основні завдання координації руху всіх видів міського пасажирського транспорту.

- раціональне дублювання маршрутів руху транспортних засобів

- створення пріоритетних умов для екологічних видів міського пасажирського транспорту

- формування адекватної тарифної політики для усіх видів міського пасажирського транспорту

- зміна трас маршрутів при виникненні будь-яких непередбачених ситуацій

- пошук компромісу між учасниками перевізного процесу



12. При виборі методу обстеження пасажиропотоків у містах керуються такими факторами:

- час на обробку і проведення обстеження
- перелік параметрів, які необхідно визначити
- режими функціонування пасажирського транспорту
- сезонність проведення обстеження
- наявність функціонального зонування міста

13. Для розрахунку матриці пасажирських кореспонденцій за гравітаційною моделлю, необхідними початковими даними є:

- ємність транспортних районів за відправленням
- ємність транспортних районів за прибуттям
- середня дальність поїздки пасажирів
- кількість транспортних засобів у місті
- щільність населення

14. Сутність графоаналітичного розрахунку маршруту полягає у:

- розрахунку кількості випусків транспортних засобів
- графічному розподілі часу початку та закінчення роботи транспортних засобів
- розрахунку інтервалів руху транспортних засобів на маршруті
- графічному розподілі часу початку та закінчення роботи маршруту
- графічному представленні розкладу руху транспортного засобу на маршруті

15. Модель маршрутної мережі міської пасажирської транспортної системи складається з:

- трас маршрутів
- кількості транспортних засобів
- кількості зупинних пунктів
- координат розташування зупинних пунктів
- матриці міжрайонних кореспонденцій

#### **4. Методичні вказівки до виконання практичної (індивідуальної) роботи**

Основним завданням організації індивідуальної роботи студентів полягає у здатності для розвитку їхньої ініціативи та мислення. Такі умови підвищують ефективність формування професійної компетентності студентів і дозволяють розвивати здатність мислити концептуально, бачити не тільки окремі явища і події, а й вміти знаходити в них загальні зв'язки і закономірності.

Посилити мотивацію до навчальної діяльності майбутніх фахівців можна шляхом роз'яснення важливості навчання, необхідності та важливості саморозвитку, а також підготовки до майбутньої професійної діяльності. Слід також зазначити, що неабияке значення у підвищенні мотивації студентів до самостійної навчальної діяльності мають методи виховання позитивної мотивації, такі як прагнення до позитивного результату, самоствердження, самореалізації, відчуття успіху, впевненості у власних силах, емоційного піднесення.

Індивідуальна (контрольна) робота оформляється машинописним або друкованим способом на папері формату А4 і включає титульну сторінку, зміст, відповіді на запитання (згідно варіанту) з оформленням окремого розділу та використану літературу.

У разі виникнення труднощів при виконанні самостійної роботи студент може звернутися за допомогою до викладача. Графік роботи викладача-консультанта розміщено на дошці оголошень кафедри транспортних технологій та технічного сервісу або на сайті кафедри (<https://nuwm.edu.ua/nnmi/kaf-tts/hrafik-konsultatsii>).

Якщо робота виконана в повному обсязі, на титульній сторінці викладачем робиться напис «Допущено до захисту». Після цього студент повинен її захистити викладачу у визначений час.

Номер варіанта для індивідуальної роботи визначається двома останніми цифрами номера залікової книжки студента (табл. 1).

Таблиця 1

## Вибір варіанту індивідуальної самостійної роботи

Цифра (шифр) залікової книжки студента										
передостання	остання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
0	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Вибір питання за обраним номером варіанту										
1	1, 31	21	11, 31	41	21, 31	61	1, 40	81	11, 40	
2	2, 32	22	12, 32	42	22, 32	62	2, 39	82	12, 39	
3	3, 33	23	13, 33	43	23, 33	63	3, 38	83	13, 38	
4	4, 34	24	14, 34	44	24, 34	64	4, 37	84	14, 37	
5	5, 35	25	15, 35	45	25, 35	65	5, 36	85	15, 36	
6	6, 36	26	16, 36	46	26, 36	66	6, 35	86	16, 35	
7	7, 37	27	17, 37	47	27, 37	67	7, 34	87	17, 34	
8	8, 38	28	18, 38	48	28, 38	68	8, 33	88	18, 33	
9	9, 39	29	19, 39	49	29, 39	69	9, 32	89	19, 32	
10	10, 40	30	20, 40	50	30, 40	70	10, 31	90	20, 31	
11	21, 40	31	1, 35	51	11, 35	71	21, 31	91	1, 33	
12	22, 39	32	2, 34	52	12, 34	72	22, 33	92	2, 35	
13	23, 38	33	3, 36	53	13, 36	73	23, 35	93	3, 37	
14	24, 37	34	4, 38	54	14, 38	74	24, 37	94	4, 38	
15	25, 36	35	5, 40	55	15, 40	75	25, 40	95	5, 39	
16	26, 35	36	6, 31	56	16, 32	76	26, 38	96	6, 31	
17	27, 34	37	7, 32	57	17, 34	77	27, 36	97	7, 32	
18	28, 33	38	8, 33	58	18, 36	78	28, 34	98	8, 35	
19	29, 32	39	9, 37	59	19, 38	79	29, 32	99	9, 37	
20	30, 31	40	10, 39	60	20, 40	80	30, 40	100	10, 34	

Індивідуальна практична робота включає теоретичну (відповідь на запитання обраного варіанту) і практичну частини (моделювання певної транспортної системи).

Запитання за теоретичною частиною (номера):

1. Опишіть принципи створення транспортної моделі.
2. Опишіть світовий досвід створення транспортних моделей
3. Опишіть структуру транспортної моделі
4. Опишіть етапи створення транспортної моделі
5. Опишіть транспортні модель попиту
6. Опишіть особливості моделювання транспортно-логістичного комплексу.
7. Розкрийте зміст імітаційного методу моделювання.
8. Охарактеризуйте методи збору інформації щодо параметрів вантажних транспортних систем.
9. Опишіть методи обробки масивів вихідних даних обліку перевезень вантажів.
10. Опишіть процес побудову макромоделей вантажних транспортних систем.
11. Охарактеризуйте методи збору інформації щодо параметрів пасажирських транспортних систем.
12. Опишіть методи обробки масивів вихідних даних обліку перевезень пасажирів.
13. Опишіть процес побудову макромоделей пасажирських транспортних систем.
14. Опишіть транспортну систему, її роль в народному господарстві.
15. Розкрийте зміст програмного забезпечення для мікро- та макромоделювання сценаріїв розвитку транспортних систем
16. Опишіть програмне забезпечення для прогнозного транспортного моделювання та симуляції Cube.
17. Опишіть особливості моделювання транспортної системи в Polaris.
18. опишіть програмний продукт для моделювання та аналізу складних процесів та систем FlexSim.
19. Опишіть процес управління транспортом в ANT-Logistics

20. Дайте характеристику основним програмним продуктам RTV Group

21. Опишіть етапи планування експерименту.

22. Охарактеризуйте план експерименту та особливості його побудови.

23. Наведіть приклади обробки результатів досліджень.

Що таке похибка дослідження?

24. Графічна візуалізація результатів досліджень.

25. Опишіть способи відображення інформації.

Практична частина передбачає виконання поставлених завдань у відповідному програмному забезпеченні (поетапність процесу моделювання транспортної системи).

Студенту дається на вибір змоделювати певний елемент транспортної системи (наприклад, дорожню мережу пасажирських перевезень або скласти графік руху транспорту, організувати логістичні перевезення для обраної території, змоделювати доставку конкретного вантажу тощо).

Для оцінювання змодельованої системи викладачу надається файл на перевірку і здійснюється захист роботи.

## Рекомендована література

1. Banks, J. Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice, vol. 57. New York, United States: John Wiley & Sons Inc, 1998. 864 p.
2. Femke Kessels. Traffic Flow Modelling: Introduction to Traffic Flow Theory Through a Genealogy of Models. Switzerland : Springer. 2019. 139 p.
3. Hensher D. A., Button K. J. Handbook of Transport Modelling. London, United Kingdom: Pergamon Press, 2000. 690 p.
4. Hutchinson B. G. Principles of urban transport systems planning. N. Y. : McGraw-Hill, 1984. 444 p.
5. Michael D. Meyer. Transportation planning. Canada. John Wiley & Sons. 2010. 1182 p.
6. Rao D. P., Murthy K. S. Urban passenger transportation. Inter-India Publications, 1997. 416 p.
7. Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін. Системологія на транспорті. Кн.2 : Технологія наукових досліджень і технічної творчості. Київ : Знання України, 2007. 318 с.
8. Горбачов П. Ф. Системологія транспорту. Конспект лекцій для здобувачів рівня доктора філософії 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)». Харків : ХНАДУ, 2020. 212 с.
9. Давідіч Ю. О., Фалецька Г. І. Конспект лекцій з дисципліни [«Моделювання транспортних систем»](#). Харків : ХНУМГ, 2019. 71 с.
10. Краус Н. М. Методологія та організація наукових досліджень. Полтава : Оріяна, 2012. 183 с.
11. Мигаль В. Д. Теорія і методи наукової творчості. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2007. 424 с.
12. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. Статистика. Київ : «Центр учбової літератури», 2014. 536 с.
13. Павленчик А. О. Табличне та графічне відображення статистичної інформації. Львів : ЛДУФК, 2020. 12 с.
14. Моделювання в транспортних технологіях / Сохацький А. В. та ін. Дніпро : УМСФ, 2022. 182 с.

15. Стеценко І. В. Моделювання систем. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с

16. Черноусенко О. Ю. Риндюк Д. В. Основи наукових досліджень та інженерної творчості. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 270 с.

Інтернет ресурси:

URL-1. Predictive transportation modeling and simulation software. *Cube*: веб-сайт. URL: <https://virtuosity.bentley.com/product/cube/> (дата звернення 24.02.2023).

URL-2. Транспортна модель: досвід інших міст. ПроМобільність : веб-сайт. URL: <https://promobility.org/innovaciyi/transportna-model-dosvid-inshih-mist/> (дата звернення 24.02.2023).

URL-3. Modeling all aspects of travel simultaneously. POLARIS : веб-сайт. URL: <https://www.anl.gov/taps/polaris-transportation-system-simulation-tool> (дата звернення 24.02.2023).

URL-4. Empowering mobility and logistics - for a cleaner, smarter & safer future. PTV Planung Transport : веб-сайт. URL: <https://www.myptv.com/en> (дата звернення 24.02.2023).

URL-5. 3D Simulation Modeling and Analysis Software. FlexSim : веб-сайт. URL: <https://www.flexsim.com/ru/> (дата звернення 24.02.2023).

URL-6. Хмарна система управління транспортом. ANT-Logistics : веб-сайт. URL: <https://ant-logistics.com/uk/main.html> (дата звернення 24.02.2023).