

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

02-02-163М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення та виконання практичних завдань
з навчальної дисципліни «Моделювання транспортних потоків»
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 № 5 від 15.02.2022 р.

Рівне – 2022

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Моделювання транспортних потоків» 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 [Електронне видання] / Хітров І. О., Кристопчук М. Є.– Рівне : НУВГП, 2022. – 27 с.

Укладачі: Кристопчук М. Є., завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент;
Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – Кристопчук М. Є., завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент.

Керівник групи забезпечення спеціальності –
Кристопчук М. Є.

© І. О. Хітров, 2022
М. Є. Кристопчук, 2022
© НУВГП, 2022

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 4 |
| 1. Методичні рекомендації для вивчення тем програми, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів денної форми навчання | 5 |
| 2. Методичні рекомендації для вивчення тем програми, 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

Вивчення навчальної дисципліни «Моделювання транспортних потоків» сприяє професійному розвитку здобувачів вищої освіти в транспортній галузі шляхом набуття проектних рішень в сфері транспортних технологій пов'язаних з удосконаленням транспортної мережі шляхом моделювання транспортних потоків (в рамках освітньої компоненти ФК 07 «Здатність до управління транспортними потоками»).

Основними завданнями є закріплення професійних якостей майбутніх фахівців щодо методології проектування дорожньої мережі і відповідним застосуванням математичного апарату, сучасного програмного забезпечення транспортного моделювання (згідно програмного результату навчання РН-12 «Керувати складними технологічними та виробничими процесами транспортних систем та технологій, у тому числі непередбачуваними і такими, що потребують нових стратегічних підходів»).

Навчальна дисципліна дисципліни «Моделювання транспортних потоків» включена до професійного блоку дисциплін за вибором студента.

Крім лекційних і практичних занять для поглибленого освоєння і закріплення теоретичних знань і практичних вмінь передбачено самостійну роботу здобувача вищої освіти.

Методичні вказівки висвітлюють рекомендації для вивчення тем згідно силабусу, контрольні-тестові завдання для самоперевірки, практичні завдання з посиланням на рекомендовану літературу.

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

Тема 1. Поведінка водія в різних дорожніх умовах

- 1.1. Психофізіологічні властивості водія (с.14-18, Поліщук 2007)
- 1.2. Мотивація дій водія (с.18, Поліщук 2007)
- 1.3. Позиція людини і водія у певних ситуаціях (с.19, Поліщук 2007)
- 1.4. Спосіб мислення і характер дій водія на дорожню ситуацію (с.20-21, Поліщук 2007)

Питання для самоконтролю

1. Перерахуйте і опишіть умови навчання і отримання водійського досвіду.
2. Розкрийте зміст поняття «психофізіологічні властивості водія». Наведіть приклади їх оцінки.
3. Опишіть мотивацію дії водія на дорожню ситуацію?
4. Як впливає характер водія на його поведінкову функцію?
5. Що ми розуміємо під «характером» особистості, умови його формування?
6. Розкрийте взаємозв'язок між способом мислення і характером водія.

Тема 2. Рух транспортного засобу в транспортному потоці

- 1.1. Статичні характеристики транспортних засобів (с.23, Поліщук 2007)
- 1.2. Кінематика руху окремого транспортного засобу (с.24-39, Поліщук 2007)
- 1.3. Динаміка руху окремого транспортного засобу (с.39-40, Поліщук 2007)
- 1.4. Рух ТЗ у колоні (с.41-46, Поліщук 2007)

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте зміст поняття кінематики і динаміки руху транспортного засобу.
2. Опишіть зміну часового руху транспортного засобу в просторі.
3. Опишіть рух транспортного засобу функцією швидкості руху.
4. Опишіть динаміку руху окремого транспортного засобу.
5. Опишіть рух транспортних засобів при різному розташуванні смуг руху.

Тема 3. Вивчення практичного досвіду застосування моделювання дорожнього руху

1. Імітаційне моделювання руху пішоходів (Макаренко 2010; Стеценко 2019)
2. Моделювання транспортного потоку на перетинах в різних рівнях (URL-1)
3. Моделювання руху транспорту в умовах багатосмугової дороги (Зіновєєв 2015)
4. Моделювання дорожніх ситуацій (URL-2).

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть переваги і недоліки імітаційного моделювання.
2. Які вихідні дані необхідні для моделювання руху пішоходів.
3. Опишіть етапи моделювання дорожньої ситуації.
4. Які обмеження накладаються при моделюванні транспортного потоку за смугами руху?

Студенти денної форми навчання за вказаними темами навчальної дисципліни «Моделювання транспортних потоків» виконують індивідуальну роботу, обсяг якої складає 15-20 сторінок формату А4 і має містити: зміст, вступ, основну частину, висновки, літературу і, за потреби, додатки. Її захист відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

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

Тема 1. Розвиток науки про моделювання транспортних потоків

- 1.1. Поняття об'єкту, моделі та моделювання.
- 1.2. Дослідження транспортних потоків, та їх функціональні залежності.
- 1.3. Урахування транспортних затримок рухомого складу.

Питання для самоконтролю

1. Що може служити об'єктом для моделювання транспортного потоку, дорожньої мережі, світлофорних об'єктів? Наведіть приклади.
2. За якими класифікаційними ознаками можна охарактеризувати транспортний потік і дорожню мережу?
3. У чому полягає взаємозв'язок між організацією дорожнього руху, транспортних потоків і транспортних засобів з його моделюванням.
4. Опишіть функціональні залежності транспортних потоків в міському і позаміському середовищі.
5. Вкажіть причини транспортних затримок і способи їх зменшення.
6. Охарактеризуйте алгоритм моделювання. Наведіть приклади для транспортного потоку і складу транспортних засобів.
7. Що є передумовою для транспортного моделювання транспортних потоків?
8. Що таке модель ?
9. Які функції моделей можна віднести до основних?
10. Що розуміють під поняттям моделювання та параметр?

Тема 2. Основні наукові поняття при системи

2.1. Поняття та означення в «Теорія систем» та їх застосування.

2.2. Елементи системи, їх характеристика та властивості.

2.3. Класифікаційні ознаки систем.

Питання для самоконтролю

1. Перерахуйте способи побудови моделей.

2. Вкажіть класифікаційні ознаки систем. Наведіть приклади їх застосування.

3. Охарактеризуйте транспортну систему.

4. З яких елементів складаються системи? Наведіть приклади.

5. Опишіть взаємозв'язок теоретичних положень і прикладних досліджень транспортних потоків.

6. Опишіть базові положення теорії систем і їх відображення для транспортного моделювання.

7. Назвіть основні принципи системного підходу

8. Що таке системний підхід?

9. Назвіть підходи до дослідження систем

Тема 3. Характеристики розподілу випадкових подій транспортних потоків

3.1 Транспорт, як об'єкт досліджень.

3.2. Характеристики розподілу випадкових подій та їх інтерпретація.

3.3. Основні закони розподілу випадкових подій, їх узгодження.

3.4. Теоретичні основи опису транспортних потоків.

Питання для самоконтролю

1. Яка роль транспорту в організації перевезень і безпеки дорожнього руху?

2. У чому полягає системний підхід для розв'язку завдань моделювання дорожнього руху і транспортних потоків?

3. Охарактеризуйте автомобільний транспорт, дороги і

потоки і їх вплив на безпеку дорожнього руху.

4. Якими законами розподілу імовірнісних подій описується дорожній рух і транспортні потоки.

5. Що виступає об'єктом моделювання для дослідження дорожнього руху?

6. Зробіть оцінку різним методам моделювання для досягнення поставленої мети.

7. За яким критерієм оцінюється значимість параметрів функціональної залежності?

Тема 4. Методологічні основи моделювання

4.1. Види моделювання та їх класифікаційні ознаки.

4.2. Методологічні основи моделювання.

4.3. Особливості математичного моделювання.

4.4. Інші види моделювання.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте зміст поняття «математична модель» та «математичне моделювання»

2. Опишіть етапи математичного моделювання.

3. За якими ознаками класифікуються моделі?

4. Охарактеризуйте види моделювання. Наведіть приклади їх застосування.

6. Вкажіть переваги і недоліки математичного моделювання.

7. Які характеристики включає гідродинамічна модель транспортних потоків?

8. У чому відмінність детермінованого і імовірнісного підходу у моделювання дорожнього руху.

8. На скільки класів можна поділити моделі транспортних потоків? Опишіть кожен з них.

9. Опишіть закон збереження транспортного потоку.

10. Наведіть приклади мікроскопічних моделей.

11. У чому полягає особливість побудови динамічної моделі?

12. Назвіть переваги і недоліки прогнозовної моделі.

13. Опишіть етапи побудови імітаційної моделі. Для яких умов її можна застосувати?

Тема 5. Оціночні показники транспортних потоків

5.1. Характеризуючі показники транспортних потоків.

5.2. Оцінка розподілу потокових інтервалів руху транспортних засобів.

5.3. Оцінка розподілу тривалості критичних інтервалів руху транспорту в потоці.

5.4. Оцінка маневрового руху в потоці.

5.5. Оцінка швидкісного режиму руху транспорту.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте транспортний потік за рівнем зручності.

2. Якими показниками оцінюється транспортний потік?

3. Який взаємозв'язок між інтервалом та щільність транспортного потоку?

4. Як співвідноситься швидкість і інтенсивність транспортного потоку?

5. Опишіть вплив рівня автомобілізації на параметри транспортних потоків.

6. Якими параметрами характеризується транспортний потік? Опишіть рівняння руху ТЗ в потоці.

7. Вкажіть умови обмеження маневрового руху.

Тема 6. Теоретико-прикладні особливості моделювання транспортних потоків

6.1. Моделювання транспортного потоку як системи масового обслуговування.

6.2. Моделювання транспортних заторів.

6.3. Моделювання руху транспортних засобів через перехрестя.

6.4. Статистичне моделювання.

6.5. Інші види моделювання транспортних потоків (за науковими результатами).

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте суть методу пошуку рівновагових транспортних потоків.
2. Опишіть принцип побудови системи масового обслуговування. Які вихідні дані необхідні для її побудови?
3. Як визначити місця утворення заторів за допомогою гідродинамічної моделі та залежностей транспортного потоку?
4. Наведіть приклади програмного забезпечення для моделювання руху транспортних засобів. Які вихідні дані необхідні для побудови такої моделі?
5. Розкрийте суть побудови імітаційної моделі для аналізу завантаженості доріг.

Тема 7. Експериментальні дослідження транспортних потоків

- 7.1. Наукові основи планування експерименту.
- 7.2. План експерименту, особливості його побудови.
- 7.3. Обробка результатів наукових досліджень.
- 7.4. Графічна інтерпретація результатів досліджень.

Питання для самоконтролю

1. З якою метою проводиться збір інформації про транспортні потоки для різного роду досліджень?
2. Опишіть послідовність дій для ідентифікації закону розподілу дослідної величини.
3. За допомогою яких критеріїв здійснюється перевірка відповідності експериментальних досліджень теоретичним положенням?
4. Що таке гістограма частот?
5. Яка мета досягається при виконанні кореляційно-регресійного аналізу?
5. Яка похибка за результатами досліджень вважається прийнятною.
7. Перерахуйте методи досліджень. Наведіть приклади їх застосування.
8. Чим визначається структура експерименту?
9. Які фактори вважаються кількісними, а які якісними?

3. Тестові питання для самоконтролю

3.1. Тестові питання з однією правильною відповіддю.

1. Що є ефективним методом дослідження складних систем, включаючи телекомунікаційні мережі?

- моделювання
- інтерпретація
- облік даних
- транспортне планування
- випробування та експлуатація

2. Перерахуйте методи моделювання.

- натурні або фізичні випробування (дослідження)
- аналітичне моделювання
- імітаційне моделювання
- комбіновані методи моделювання
- все перераховані відповіді вірні

3. Вкажіть основні умови вибору методу.

- постановка завдання
- склад, характер і обсяг вихідних даних
- час на рішення дослідницької задачі
- вимірювання характеристик здійснюється на досліджуваних системах в реальному часі
- всі перераховані відповіді вірні

4. Вкажіть недоліки натурального (фізичного) моделювання

- великі часові витрати
- висока вартість створення моделі
- необхідність доопрацювання окремих вузлів реальної системи
- необхідність у проведенні складних натурних експериментів
- всі перераховані відповіді вірні

5. Вкажіть недоліки побудови аналітичної моделі.

- велике число припущень і обмежень
 - невисока точність результатів
 - відповідність результатів певним умовам
 - велика складність аналітичного опису функціональних залежностей
- всі перераховані відповіді вірні

6. Як називається метод дослідження, при якому досліджувана система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему, і з нею проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему?

- імітаційне моделювання
 - натурне моделювання
 - первинне моделювання
 - фізичне моделювання
- всі перераховані відповіді вірні

7. Як називається процес визначення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об'єкті?

- імітація
- імплементація
- інкрустація
- деструкція
- алгоритмізація

8. Як називається процес експериментування з моделлю?

- імітація
- імплементація
- інкрустація
- деструкція
- алгоритмізація

9. В якому випадку математична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю?

- для тих об'єктів, які з різних причин не можуть бути розроблені аналітичні моделі, або не розроблені методи розрахунку отриманої моделі

- для алгоритмізації функціонування об'єктів досліджень

- для програмної реалізації алгоритмічних описів

- для планування та виконання обчислювальних експериментів з математичними моделями

- для математичного відтворення

10. Як називається сукупність методів алгоритмізації функціонування об'єктів досліджень, програмної реалізації алгоритмічних описів, організації, планування та виконання на ЕОМ обчислювальних експериментів з математичними моделями?

- імітаційне моделювання

- натурне моделювання

- первинне моделювання

- фізичне моделювання

- всі перераховані відповіді вірні

11. Вкажіть переваги імітаційного моделювання.

- висока адекватність між фізичною суттю описуваного процесу і його моделлю

- можливість описати складну систему на досить високому рівні деталізації

- значно більше областей дослідження, ніж аналітичне моделювання

- відсутність обмежень відображення в моделі залежностей між параметрами моделі

- всі перераховані відповіді вірні

12. Вкажіть переваги імітаційного моделювання.

- можливість оцінки функціонування системи не тільки в стаціонарних станах, але і в перехідних режимах (процесах)
- одержання значної кількості даних про досліджуваний об'єкт
- найбільш раціональне ставлення «результат - витрати» по відношенню до аналітичного і фізичного моделювання
- можливість описати складну систему на досить високому рівні деталізації
- всі перераховані відповіді вірні

13. Вкажіть недоліки імітаційного моделювання.

- розробка хорошої моделі часто обходиться дорожче, ніж аналітична і вимагає більше часу на створення і налагодження
- складно оцінити ступінь точності моделі, її адекватність досліджуваному процесу
- відносно високі вимоги до кваліфікації дослідника для написання моделі
- спільність застосування та індивідуальність реалізації
- всі перераховані відповіді вірні

14. В якому році імітація, як метод вирішення нетривіальних завдань, отримала початковий розвиток?

- 1950-1960
- 1980-1990
- 2000-2002
- 1800-1820
- 2010-2011

15. Як називається алгоритм, за допомогою якого імітують роботу складної системи, схильною випадковим збурень та імітують взаємодію елементів системи, що носять імовірнісний характер?

- статистична модель випадкового процесу
- чисельний метод, який вирішує задачу генерування послідовності
- дискретний метод
- метод селективного відбору
- модель базових компонентів

16. Виберіть області застосування імітаційного моделювання.

- бізнес процеси
- динаміка населення
- логістика (ланцюги поставок)
- пішохідна динаміка
- всі перераховані відповіді вірні

17. Виберіть області застосування імітаційного моделювання.

- телекомунікаційні системи та мережі
- вуличний рух
- виробництво, ринок і конкуренція
- управління проектами
- всі перераховані відповіді вірні

18. Як називається спосіб вивчення складних процесів і систем, що піддаються випадковим збуренням, за допомогою імітаційних моделей?

- метод статистичного імітаційного моделювання
- метод універсального загального способу побудови адекватних моделей
- метод збігу властивостей
- метод кінцевих елементів
- метод подібності

19. Скільки етапів передбачає методика статистичного моделювання?

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

20. Як називається збіг властивостей (функцій, параметрів, характеристик і т. п.) моделі і відповідних властивостей модельованого об'єкта?

- адекватність моделі
- неадекватність моделі
- порівняння моделі
- відповідність моделі
- характеристика моделі

21. Як називається збіг моделі з модельованою системою у відношенні мети моделювання?

- адекватність
- парадигма
- рішення
- розв'язок
- завдання

22. Як називається метод прийняття рішень на основі моделі?

- парадигма
- програмування
- кодування
- позиціонування
- відображення

23. Як називається парадигма моделювання, де для досліджуваної системи будуються графічні діаграми причинних зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі, а потім створена на основі цих діаграм модель імітується на комп'ютері?

- системна динаміка
- модель виробництва
- динаміка популяції
- причинно-наслідковий зв'язок
- глобальне явище

24. Які моделі будують за допомогою системної динаміки?

- бізнес-процесів
- розвитку міста
- моделі виробництва
- екології
- всі перераховані відповіді вірні

25. Хто заснував метод системної динаміки (парадигми моделювання)?

- Форрестер
- Трічер
- Біргер
- Штор
- Лінченко

26. Як називається напрямок в імітаційному моделюванні, який використовується для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається не глобальними правилами і законами (як в інших парадигмах моделювання), а навпаки?

- агентне моделювання
- дискретно-подієве моделювання
- просторове моделювання
- обліково-статистичне моделювання
- перспективне моделювання

28. Як називається сукупність транспортних засобів, що одночасно беруть участь в русі на певній ділянці вулично-дорожньої мережі?

- транспортний потік
- угруповання
- лідерство
- транспортна група
- транспортна залежність

29. Як називається число транспортних засобів, що проїжджають через перетин дороги за одиницю часу?

- інтенсивність транспортного потоку
- транспортний потік
- щільність транспортної групи
- транспортний коридор
- зона транспорту

30. Яким показником можна охарактеризувати нерівномірність транспортних потоків?

- коефіцієнтом нерівномірності
- коефіцієнтом приведення
- коефіцієнтом зростання
- коефіцієнтом узгодження транспортних потоків
- транспортним коефіцієнтом

31. Випадкова величина $X(T)$ - число подій найпростішого потоку на ділянці часу T , має розподіл

- показниковий
- біноміальний
- Пуассонівський
- стаціонарний
- безперервний

3.2. Тестові питання з двома і більше правильними відповідями.

1. Модель – це ...

- умовне відображення реальної системи
- сутність, об'єкт, який відображає процеси, що протікають в реальних системах за допомогою математичних або натурних засобів
- ефективний метод дослідження складних систем, включаючи телекомунікаційні мережі
- побудова графічних залежностей
- віддалене експериментування

2. Вкажіть методи моделювання.

- натурні або фізичні випробування (дослідження)
- комбіновані методи моделювання
- просторово-дослідницька візуалізація
- метод барабанних перетинок
- метод паралельних елементів

3. Вкажіть методи моделювання.

- натурні дослідження
- фізичні випробування
- часове рішення дослідницької задачі
- потокова обробка даних
- діагональне заміщення

4. Вкажіть особливість натурального (фізичного) методу моделювання.

- вимірювання характеристик здійснюється на досліджуваних системах в реальному часі (проведення експериментів)

- дані дослідник отримує ведучи спостереження за процесами в реальній системі

- сукупність аналітичних виразів, які відображають явні функціональні залежності між параметрами реальної системи в процесі її роботи

- побудова імовірнісних залежностей

- дослідження характеристик для яких не вимагається висока точність

5. Вкажіть переваги натурального (фізичного) моделювання

- висока адекватність моделі реальній системі

- висока точність результатів

- великі часові витрати

- висока вартість створення моделі

- необхідність доопрацювання окремих вузлів реальної системи

6. Для яких систем застосовують аналітичні моделі?

- для відносно простих систем, для дослідження характеристик яких не вимагається висока точність
- для відображення явних функціональних залежностей між параметрами реальної системи в процесі її роботи
- при якому досліджувана система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему
- для отримання інформації про систему
- для розроблення методи розрахунку отриманої моделі

7. Вкажіть переваги побудови аналітичної моделі

- простота і низька вартість моделі
- можливість швидко отримати чисельні результати
- велике число припущень і обмежень
- висока вартість створення моделі
- необхідність доопрацювання окремих вузлів реальної системи

8. У чому головна особливість комбінованого методу моделювання?

- модель представляється у комбінації методів моделювання
- ступінь застосування методів моделювання визначає дослідник, виходячи з поставлених завдань, наявних ресурсів і часу на проведення дослідницької роботи
- генерування послідовності випадкових чисел із заданими законами розподілу
- використання подібних завдань для міркування комбінаторики
- псевдовипадковість послідовностей із заданою кореляцією

4. Методичні вказівки до виконання практичної (індивідуальної) роботи

Практична (індивідуальна) робота оформляється на стандартних листках формату А4 в друкованому або писаному вигляді. Обов'язково оформляється титульний лист, зміст, виклад матеріалу, література. Відповіді повинні бути лаконічними і конкретними.

У випадку задовільного виконання роботи на титульній сторінці робиться надпис «Допущений до захисту». Студент повинен захистити роботу викладачу-консультанту у вказаний час або під час захисту.

При виникненні складності під час виконання самостійної роботи студент може звернутися за допомогою до викладача. Графік консультацій викладача-консультанта вивіщується на дошці об'яв кафедри транспортних технологій і технічного сервісу або на сторінці кафедри.

Студент допускається до складання заліку при всіх виконаних і захищених практичних роботах, а також при прийнятій викладачем до захисту самостійної роботи. Варіант контрольної роботи вибирається за двома останніми цифрами залікової книжки студента (табл. 1).

Таблиця 1

Номера варіантів

| Остання цифра шифру | Передостання цифра залікової книжки | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | 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 |

Номера контрольних запитань згідно варіанту вказано в табл.

2.

Таблиця 2

Номера контрольних запитань для самостійної роботи*

| Варіант | № запитання | Варіант | № запитання | Варіант | № запитання | Варіант | № запитання |
|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 | 1, 31 | 26 | 26, 36 | 51 | 21, 40 | 76 | 16, 32 |
| 2 | 2, 32 | 27 | 27, 37 | 52 | 22, 39 | 77 | 17, 34 |
| 3 | 3, 33 | 28 | 28, 38 | 53 | 23, 38 | 78 | 18, 36 |
| 4 | 4, 34 | 29 | 29, 39 | 54 | 24, 37 | 79 | 19, 38 |
| 5 | 5, 35 | 30 | 30, 40 | 55 | 25, 36 | 80 | 20, 40 |
| 6 | 6, 36 | 31 | 1, 40 | 56 | 26, 35 | 81 | 21, 31 |
| 7 | 7, 37 | 32 | 2, 39 | 57 | 27, 34 | 82 | 22, 33 |
| 8 | 8, 38 | 33 | 3, 38 | 58 | 28, 33 | 83 | 23, 35 |
| 9 | 9, 39 | 34 | 4, 37 | 59 | 29, 32 | 84 | 24, 37 |
| 10 | 10, 40 | 35 | 5, 36 | 60 | 30, 31 | 85 | 25, 40 |
| 11 | 11, 31 | 36 | 6, 35 | 61 | 1, 35 | 86 | 26, 38 |
| 12 | 12, 32 | 37 | 7, 34 | 62 | 2, 34 | 87 | 27, 36 |
| 13 | 13, 33 | 38 | 8, 33 | 63 | 3, 36 | 88 | 28, 34 |
| 14 | 14, 34 | 39 | 9, 32 | 64 | 4, 38 | 89 | 29, 32 |
| 15 | 15, 35 | 40 | 10, 31 | 65 | 5, 40 | 90 | 30, 40 |
| 16 | 16, 36 | 41 | 11, 40 | 66 | 6, 31 | 91 | 1, 33 |
| 17 | 17, 37 | 42 | 12, 39 | 67 | 7, 32 | 92 | 2, 35 |
| 18 | 18, 38 | 43 | 13, 38 | 68 | 8, 33 | 93 | 3, 37 |
| 19 | 19, 39 | 44 | 14, 37 | 69 | 9, 37 | 94 | 4, 38 |
| 20 | 20, 40 | 45 | 15, 36 | 70 | 10, 39 | 95 | 5, 39 |
| 21 | 21, 31 | 46 | 16, 35 | 71 | 11, 35 | 96 | 6, 31 |
| 22 | 22, 32 | 47 | 17, 34 | 72 | 12, 34 | 97 | 7, 32 |
| 23 | 23, 33 | 48 | 18, 33 | 73 | 13, 36 | 98 | 8, 35 |
| 24 | 24, 34 | 49 | 19, 32 | 74 | 14, 38 | 99 | 9, 37 |
| 25 | 25, 35 | 50 | 20, 31 | 75 | 15, 40 | 100 | 10, 34 |

*Примітка: Перелік контрольних запитань за їх номерами до
табл. 2*

Теоретична частина:

1. Поняття об'єкту, моделі та моделювання.
2. Дослідження транспортних потоків, та їх функціональні залежності.
3. Урахування транспортних затримок рухомого складу.
4. Поняття та означення в «Теорія систем» та їх застосування.
5. Елементи системи, їх характеристика та властивості.
6. Класифікаційні ознаки систем.
7. Транспорт, як об'єкт досліджень.
8. Характеристики розподілу випадкових подій та їх інтерпретація.
9. Основні закони розподілу випадкових подій, їх узгодження.
10. Теоретичні основи опису транспортних потоків.
11. Види моделювання та їх класифікаційні ознаки.
12. Методологічні основи моделювання.
13. Особливості математичного моделювання.
14. Інші види моделювання.
15. Показники транспортних потоків.
16. Оцінка розподілу потокових інтервалів руху транспортних засобів.
17. Оцінка розподілу тривалості критичних інтервалів руху транспорту в потоці.
18. Оцінка маневрового руху в потоці.
19. Оцінка швидкісного режиму руху транспорту.
20. Моделювання транспортного потоку як системи масового обслуговування.
21. Моделювання транспортних заторів.
22. Моделювання руху транспортних засобів через перехрестя.
23. Статистичне моделювання.
24. Інші види моделювання транспортних потоків (за науковими результатами).

25. Наукові основи планування експерименту.
26. План експерименту, особливості його побудови.
27. Обробка результатів наукових досліджень.
28. Графічна інтерпретація результатів досліджень.
29. Опишіть рух ТЗ функцією швидкості руху.
30. Опишіть основні закономірності руху ТЗ в транспортному потоці.

Практична частина (на основі використання прикладного програмного забезпечення):

31. У програмному забезпеченні змодельуйте рух транспортних засобів через перехрестя.
32. У програмному забезпеченні змодельуйте рух транспорту в умовах двох смугової дороги.
33. У програмному забезпеченні змодельуйте дорожню ситуацію з однорідним транспортним потоком.
34. У програмному забезпеченні змодельуйте процес побудови «зеленої хвилі».
35. Опишіть процес оптимізації режимів роботи світлофорних об'єктів у відповідному програмному забезпеченні.
36. Опишіть процес візуалізації транспортного потоку у відповідному програмному забезпеченні
37. Вкажіть, які параметри можна вибрати для кожного відрізка транспортної мережі для її моделювання і надайте коротку їх характеристику.
38. Опишіть послідовність розподілу ТЗ на транспортній мережі міста за допомогою засобів пакету програмного забезпечення (наприклад, PTV VISION).
39. Опишіть процес моделювання транспортної мережі з використанням відповідного програмного забезпечення.
40. Опишіть поетапний процес створення транспортної мережі на основі растрових «Підложок» в програмному середовищі PTV Vision.

Рекомендована література

1. A. Schadschneider, D. Chowdhury, K. Nishinari. Stochastic transport in complex systems from molecules to vehicles. USA : Elsevier Ltd. 2011. 585 p.
2. Andreas Horni, Kai Nagel, Kay W. Axhausen. The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. London : Ubiquity Press Ltd. 2016. 620 p.
3. CA O'Flaherty. Transport Planning and Traffic Engineering. USA : Elsevier Ltd. 2006. 561 p.
4. Daiheng Ni. Traffic flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques. USA : Elsevier Ltd. 2006. 382 p.
5. Femke Kessels. Traffic Flow Modelling: Introduction to Traffic Flow Theory Through a Genealogy of Models. Switzerland : Springer. 2019. 139 p.
6. Michael D. Meyer. Transportation planning. Canada. John Wiley & Sons. 2010. 1182 p.
7. Transportation and traffic theory flow, dynamics and human interaction. Edited by Hani S. Mahmassani. USA : Elsevier Ltd. 2005. 796 p.
8. Victor L. Knoop. Introduction to Traffic Flow : Theory. Delft University of Technology. 2018. 202 p.
9. Давідич Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 71 с.
10. Зіновєєв І. В. Моделювання руху автомобільного транспорту в умовах трикутної дороги. *Технологія приборостроєння*. 2015. №1. С. 43–46.
11. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. Пер. с англ. Москва : Транспорт, 1983. 248 с.
12. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
13. Макаренко О. С., Крушинський Д. А. Моделювання руху пішоходів на основі клітинних автоматів. *System Research & Information Technologies*, 2010. №1. С. 100–109.

14. Неруш В. Б., Курдеча В. В. Імітаційне моделювання систем та процесів: конспект лекцій. Київ : НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. 115 с.

15. Поліщук В. П., Дзюба О. П. Теорія транспортного потоку: методи і моделі організації дорожнього руху. Київ : НТУ, 2007. 158 с.

16. Сидоренко Ю. В. Теорія ймовірностей. Випадкові величини. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 33 с.

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

18. Томашевський В. Н., Жданова Е. Г. Імітаційне моделювання засобами GPSS / PC. Київ : ВІПОЛ, 1998. 123 с.

Інтернет ресурси:

URL-1. Моделювання транспортного потоку на перетинах в різних рівнях. *Дмитро Беспалов* : веб-сайт. URL: <https://bespalov.me/2014/01/08/modelyuvannya-transportnogo-potoku-na-peretynah-v-riznyh-rivnyah/> (дата звернення 20.04.2022).

URL-2. Моделювання дорожніх ситуацій онлайн. Програма для розробки проектів організації дорожнього руху. Контроль і розрахунки по графу. *ExpertsMirnov* : веб-сайт. URL: <https://expertsmirnov.ru/uk/ofisnye/modelirovanie-dorozhnyh-situacii-onlain-programma-dlya.html> (дата звернення 20.04.2022).

URL-3. Мультимодальное транспортное планирование при помощи решения PTV Visum. *PTV Group* : веб-сайт. URL: <https://www.ptvgroup.com/ru/resheniya/produkty/visum/> (дата звернення 20.04.2022).

URL-4. Vissim AnyLogic: Simulation Modeling, Software Tools. *AnyLogic* : веб-сайт. URL: <https://www.anylogic.com/> (дата звернення 20.04.2022).

URL-5. Smart Traffic Solutions - Concepts for Safer Roads. *VITRONIC*: веб-сайт. URL: <https://www.vitronic.com/en-us/traffic-technology/traffic-enforcement?> (дата звернення 20.04.2022).