МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни
«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЗАДАЧАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»

(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 273 Залізничний транспорт)

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри залізничного,
автомобільного транспорту та
підйомно-транспортних машин
Протокол № 6 від 29.01.2021 р.

Сєвєродонецьк 2021

УДК 629.4.01

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Математичні методи та моделі в спеціалізованих задачах залізничного транспорту» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 273 Залізничний транспорт) (Електронне видання) / Укладачі: О.В. Фомін, О.В. Кічкін – Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. 16 с.

Наведено перелік розділів та тем, які винесені на самостійне опанування дисципліною «Математичні методи та моделі в спеціалізованих задачах залізничного транспорту», а також тем, що потребують поглибленого вивчення на основі знань, отриманих на лекціях та практичних заняттях. Також представлено перелік рекомендованою літератури та питання для самоконтролю.

Методичні вказівки призначені для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 273 Залізничний транспорт, та можуть бути корисними для здобувачів вищої освіти інших інженерних спеціальностей.

Укладачі: О.В. Фомін, д.т.н., проф.

О.В. Кічкін

Рецензент С.В. Кузьменко, к.т.н., доц.

© Фомін О.В., 2021
Кічкін О.В., 2021

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
Тема 1. Предмет математичного моделювання	7
Тема 2. Загальна процедура та етапи математичного моделювання	7
Тема 3. Структура і вигляд математичної моделі	8
Тема 4. Огляд сучасних комп'ютерних систем	9
Тема 5. Система автоматизації розрахунків "Mathcad"	9
Тема 6. Використання вбудованих функцій системи "Mathcad"	10
Тема 7. Обробка експериментальних даних	11
Тема 8. Математичне моделювання динаміки вагона в програмному комплексі «Універсальний механізм»	11
Тема 9. Моделювання динаміки поїзда в ПК «Універсальний механізм»	12
Тема 10. Структури представлення даних	12
Тема 11. Оцінка життєвого циклу	13
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14

ВСТУП

Дисципліна «Математичні методи та моделі в спеціалізованих задачах залізничного транспорту» є однією з вибіркових дисциплін, яка вивчається здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 273 Залізничний транспорт у другому семестрі перед виконанням магістерської роботи.

Метою викладання дисципліни “Математичні методи та моделі в спеціалізованих задачах залізничного транспорту” є оволодіння математичними методами та засобами досліджень, розробки та аналізу фізичних, математичних та комп’ютерних моделей об’єктів дослідження, що стосуються створення, експлуатації та ремонту об’єктів залізничного транспорту, а саме локомотивів та локомотивного господарства.

Завданням дисципліни є опанування способами математичного моделювання експлуатації і ремонту рухомого складу та методами дослідження проблем і навичками практичних розрахунків у сфері експлуатації і ремонту рухомого складу; вироблення вмінь ставити, досліджувати, аналізувати і розв’язувати складні інженерні завдання і проблеми експлуатації та ремонту локомотивів, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог, розвиток навичок розробки та оптимізації параметрів технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп’ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем локомотивів та локомотивного господарства.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- знати: класифікацію і особливості функціонування систем технічного обслуговування і ремонту рухомого складу; види й класифікацію систем масового обслуговування; основні елементи моделей масового обслуговування; критерії функціонування обслуговуючої системи, про сучасний розвиток і застосування методів моделювання систем технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

- вміти: розробляти та пропонувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології; скласти функціональну схему системи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу; визначати й розраховувати основні параметри роботи станцій технічного обслуговування і ремонту рухомого складу з використанням моделей масового обслуговування; ставити, досліджувати, аналізувати і розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми експлуатації та ремонту локомотивів, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог; застосовувати у професійній діяльності універсальні і спеціалізовані системи автоматизованого проектування (CAD), виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE); розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології; застосовувати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються створення, експлуатації та ремонту об'єктів залізничного транспорту; розробляти та оптимізувати параметри технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем об'єктів залізничного транспорту.

Метою самостійної роботи за дисципліною є аналіз сучасних розробок та перспективних рішень з застосуванням математичних методів та моделей у спеціалізованих задачах залізничного транспорту, їх практичного використання на залізничному транспорті.

Знання і навички, отримані на магістерському рівні при вивченні дисципліни будуть розвинуті на професійному рівні при виконанні магістерської роботи та в дисциплінах програми підготовки докторів філософії з наукової спеціальності 273 Залізничний транспорт, а також у професійному контексті головного інженера (на транспорті), головного фахівця (залізничного транспорту), директора з транспорту, завідувача (начальника) відділу (науково-дослідного), інженера з транспорту, науково-дослідного співробітника.

Розподіл навчального часу за всіма видами діяльності для денної та заочної форм навчання за темами наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пз	лб	Інд\ КР	с.р.		лк	пз	лб	ір.	с.р.
2-й семестр												
Тема 1. Предмет математичного моделювання.	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,5	-	–	12
Тема 2. Загальна процедура та етапи математичного моделювання.	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,5	-	–	12
Тема 3. Структура і вигляд математичної моделі.	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,5	-	–	12
Тема 4. Огляд сучасних комп’ютерних систем.	13	2	2	-	-	9	13	0,5	0,5	-	–	12
Тема 5. Система автоматизації розрахунків «Mathcad».	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,25	-	–	12,25
Тема 6. Використання вбудованих функцій системи “Mathcad”.	17	4	4	-	–	9	17	0,5	0,5	-	–	16
Тема 7. Обробка експериментальних даних.	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,25	-	–	12,25
Тема 8. Математичне моделювання динаміки вагона в програмному комплексі «Універсальний механізм».	16	4	4	-	–	8	16	0,5	0,25	-	–	15,25
Тема 9. Моделювання динаміки поїзда в ПК «Універсальний механізм».	13	2	2	-	–	9	13	1	0,25	-	–	11,75
Тема 10. Структури представлення даних	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,25	-	–	12,25
Тема 11. Оцінка життєвого циклу локомотива.	13	2	2	-	–	9	13	0,5	0,25	-	–	12,25

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пз	лб	Інд\ КР	с.р.		лк	пз	лб	ір.	с.р.
Усього годин	150	26	26	-	-	98	150	6	4	-	–	140

Тема 1. Предмет математичного моделювання

Зміст теми:

1. Моделювання і його види.
2. Математичне моделювання.
3. Найпростіші математичні моделі.
4. Теоретичні складові моделей.
5. Моделювання в розрахунках рухомого складу.
6. Методологія моделювання.

Контрольні питання до теми 1

1. Назвіть основні завдання математичного моделювання.
2. Які основні принципи моделювання?
3. Перелічіть основні терміни дисципліни.
4. Які види моделювання Ви знаєте?
5. Наведіть приклади найпростіших математичних моделей рухомого складу.

Тема 2. Загальна процедура та етапи математичного моделювання

Зміст теми:

1. Значення ідеалізації та абстрагування при побудові математичних моделей динаміки та міцності вагонів.
2. Степені вільності механічної системи.
3. Розрахункові схеми, розрахункові режими.
4. Обчислювальні алгоритми і програми.
5. Адекватність моделі.
6. Обробка результатів.
7. Похибки моделювання.
8. Точність обчислювального експерименту.

9. Основні похибки обчислень.
10. Інтерпретація результатів моделювання.

Контрольні питання до теми 2

1. Яке значення має ідеалізація та абстрагування при побудові математичних моделей динаміки та міцності вагонів?
2. Наведіть основні властивості моделі.
3. Наведіть етапи математичного моделювання.
4. Дайте визначення алгоритму.
5. Наведіть приклад обчислювального алгоритма.
6. Які критерії визначають похибки моделювання ?

Тема 3. Структура і вигляд математичної моделі

Зміст теми:

1. Структура математичної моделі. Вигляд математичної моделі.
2. Розробка алгоритму.
3. Програми розрахунку.
4. Чисельні методи.
5. Імітаційні моделі.
6. Комп'ютерний експеримент.
7. Методи планування комп'ютерного експерименту.
8. Обробка і аналіз результатів моделювання.
9. Адекватність математичної моделі.

Контрольні питання до теми 3

1. Наведіть основні складові математичної моделі.
2. Яким чином перевіряється адекватність математичної моделі?
3. Наведіть приклади чисельних методів моделювання.
4. Основні парадігми імітаційного моделювання.

5. Які методи планування комп'ютерного експерименту ви знаєте?

Тема 4. Огляд сучасних комп’ютерних систем

Зміст теми:

1. Огляд сучасних комп'ютерних систем.
2. Універсальні пакети автоматизації розрахунків.
3. Спеціалізовані програми для дослідження міцності рухомого складу.
4. Спеціалізовані програми для дослідження динаміки рухомого складу.
5. Верифікація. Валідація програм чи результатів.

Контрольні питання до теми 4

1. Наведіть приклади програмних продуктів для автоматизації математичних обчислень.
2. Наведіть приклади спеціалізованих програм для дослідження міцності рухомого складу. Які основні параметри вони дозволяють дослідити?
3. Наведіть приклади спеціалізованих програм для дослідження динаміки рухомого складу. Які основні параметри вони дозволяють дослідити?
4. З якою метою проводиться верифікація та валідація математичної моделі?

Тема 5. Система автоматизації розрахунків “Mathcad”

Зміст теми:

1. Особливості системи Mathcad.
2. Інтерфейс користувача, меню і команди.
3. Панелі інструментів. Палітри математичних символів.
4. Чисельні та символьні розрахунки.
5. Вхідна мова системи, використання.
6. Формульний, графічний та текстовий редактори.

Контрольні питання до теми 5

1. Які загальні можливості має програма MathCAD?
2. Які можливості надає MathCAD користувачу при роботі з математичними виразами?.
3. Перерахуйте складові елементи інтерфейсу користувача Mathcad.
4. Для чого призначена математична панель?
5. Для чого призначена панель інструментів Стандартна?
6. Для чого призначена панель інструментів Форматування?
7. Яким символом позначається присвоювання в програмі Mathcad?
8. Якими способами можна ввести вбудовані функції у вираз в програмі MathCAD?

Тема 6. Використання вбудованих функцій системи “Mathcad”

Зміст теми:

1. Дискретні змінні.
2. Запис ступінчатих та розривних функцій за допомогою умовних функцій.
3. Рішення систем лінійних і нелінійних алгебраїчних рівнянь.
4. Рішення систем диференціальних рівнянь

Контрольні питання до теми 6

1. Які типи даних підтримує система MathCad?
2. Наведіть приклад іменованої константи.
3. На які категорії діляться іменовані змінні?
4. Чим відрізняються звичайні і системні змінні?
5. Що являють собою ранжовані змінні?
6. Що таке матриці та вектори у системі MathCad?
7. За допомогою якого оператора змінним надають значення?

Тема 7. Обробка експериментальних даних

Зміст теми:

1. Основні питання методології експериментальних досліджень.
2. Апроксимація та інтерполяція експериментальних даних.
3. Статистичний аналіз даних.
4. Спектральний аналіз процесів.
5. Пошук оптимальних значень.
6. Керування розрахунковим процесом.

Контрольні питання до теми 7

1. Які вимоги до організації роботи при проведенні експериментів?
2. Що таке кореляція?
3. Яким чином проводиться статистичний аналіз даних?
4. Яким чином проводиться спектральний аналіз процесів?
5. Поясніть поняття регресійний аналіз?
6. Які складові містять рівняння регресії?

Тема 8. Математичне моделювання динаміки вагона в програмному комплексі «Універсальний механізм»

Зміст теми:

1. Математичне моделювання динаміки вагона як системи твердих тіл.
2. Метод підсистем.
3. Тіло, шарнір та силовий елемент.
4. Графічний образ, параметри та ідентифікатори.
5. Завдання характеристик залізничної колії.

6. Формування списку вихідних величин.

Контрольні питання до теми 8

1. Перерахуйте функціональні можливості програмного комплексу «Універсальний механізм».
2. Наведіть основні методи моделювання динаміки вагона.
3. Наведіть структурну схему вагона для розрахунку динамічних характеристик.
4. Які умовності та спрощення допускаються при математичному моделюванні динаміки вагона як системи твердих тіл.

Тема 9. Моделювання динаміки поїзда в ПК «Універсальний механізм»

Зміст теми:

1. Моделювання динаміки поїзда в ПК «Універсальний механізм».
2. Завдання опору руху поїзда, сил тяги чи гальмування.
3. Візуалізація та інтерпретація результатів моделювання.
4. Проведення дослідження динаміки за технологією обчислювального експерименту.

Контрольні питання до теми 9

1. Яким чином задаються опір руху поїзда, сили тяги чи гальмування при моделюванні динаміки поїзда в ПК «Універсальний механізм»?
2. Які методи візуалізації та інтерпретації результатів моделювання використовуються в ПК «Універсальний механізм»?

Тема 10. Структури представлення даних

Зміст теми:

1. Аналіз і узагальнення структур представлення даних традиційних моделей даних.
2. Реляційні моделі даних.
3. Мережеві структури представлення даних.

Контрольні питання до теми 10

1. Що є найпростішою структурою даних?
2. Які види динамічних структур існують?
3. Наведіть складові реляційних моделей даних.
4. Які структури представлення даних Ви знаєте?

Тема 11. Оцінка життєвого циклу

Зміст теми:

1. Етапи життєвого циклу локомотива.
2. Визначення життєвого циклу в нормативній документації.
3. Витрати на життєвий цикл.
4. Вартість життєвого циклу в наукових і практичних дослідженнях.
5. Загальні питання вартості життєвого циклу в трактуванні виробників рухомого складу залізниць.
6. Оптимізація вартості життєвого циклу рухомого складу з урахуванням його утилізації.

Контрольні питання до теми 11

1. Перелічіть етапи життєвого циклу локомотива.
2. Як визначається вартість життєвого циклу локомотива в наукових і практичних дослідженнях?
3. Наведіть приклад схеми витрат на життєвий цикл рухомого складу.
4. Які методи оптимізації вартості життєвого циклу рухомого складу з урахуванням його утилізації Ви знаєте?

.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Володин А.И. Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания [Текст] / А.И. Володин - М.: Машиностроение,1988. 368 с.

2. Попов М.А. Математические модели: сборник лекцій [Текст] / М.А.Попов. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. 122 с.

3. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група BHV, 2005. 352 с.

4. Ершова Н.М. Математические модели в САПР: учебное пособие для вузов [Текст] / Н.М.Ершова, В.И.Ершов. - Гомель,1992.-123 с.

5. Математичні моделі у розрахунках на ЕОМ. Навчальний посібник. - К.: КУЕТТ, 2000. 89 с.

6. Мороз В.І. Основи конструювання і САПР: навчальний посібник [Текст] / В.І. Мороз, О.В.Братченко, В.В. Ліньков – Харків: ПП Нове слово, 2003. 194 с.

7. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.С. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001. 496 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XXI).

8. Леснікова І.Ю. Основи роботи та вирішення інженерних задач в у середовищі електронних таблиць Excel: навч. посібник [Текст] /І.Ю.Леснікова, Н.В.Халіпова, М.В. Терещенко – К.: Центр учбової літератури, 2007. 186 с.

9. Владимир Дьяконов. Mathcad 8/2000: специальный справочник. - Из-во «Питер», 2000. 592 с.

10. Черняк Г.Ю. Моделювання вертикальної динаміки вантажного вагона в системі Mathcad (програмне забезпечення). – К.: КУЕТТ, 2004. 43 с.

11. Довганюк С.С., Черняк Г.Ю., Мартинова О.П. Комп’ютерне моделювання динаміки вагонів на основі диференціальних перетворювань. Навчальний посібник для студентів і аспірантів вищ. навч. закл. – К.: КУЕТТ, 2006. 184 с.

12. Волощенко А.Б., Джалладова І.А. В 68 Теорія ймовірностей та

математична статистика: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. [Текст] – К.: КНЕУ, 2003. 256 с.

13. Теорія ймовірностей та математична статистика у прикладах і задачах: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. [Текст] /О.Б. Жильцов; за ред. Г.О. Михаліна. — К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2015. 336 с.

14. Комп`ютерне моделювання залізничних транспортних засобів: методичні вказівки до виконання практичних робіт, курсового та дипломного проектування; для студентів усіх форм навчання спеціальності "Залізничний транспорт"[Текст] /М.І.Капіца, Я. Калівода, Л.О. Недужа, О.Б. Очкасов, Д.В. Черняєв. – Дніпро : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2018. 59 с.

15. Simulation of locomotive repair organization by the methods of queue systems theory /B.E.Bodnar, O.B.Ochkasov, E.B.Bodnar, T.S.Hryshechkina, M.V.Ocheretnyuk //Наука та прогрес транспорту, 2018. № 5. С. 28–40. DOI: 10.15802/stp2018/147740.

16. Підвищення ефективності оперативного керування локомотивним парком залізниць України [Текст]: монографія / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, Л.О. Єльнікова, М.І. Березовий; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро : Герда, 2017. 164 с.

17. Очкасов О. Б. Дистанційний курс. «Математичні методи та моделі в спеціальних задачах»: [Електрон. ресурс]. Режим доступу:http://lider.diit.edu.ua/course/view.php?id=1379

18. Зиновьев Д. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016: [Электрон. ресурс]. Режим доступу: http://inventor.autocad-lessons.ru/

19. Корнілова А. Аналіз даних та статистичне виведення на мові R [Електрон. ресурс]. Режим доступу: https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/Stat101/2016_T3/about.

20. Бондаренко А. Візуалізація даних [Електрон. ресурс]. Режим доступу: https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/DV101/2016_T3/about.

21. Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С. Теория вероятностей и математическая

статистика. – М.: Статистика, 1975. 264 с.

22. Вентпцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. 432с.

23. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионньїй анализ. – М.: Статистика, 1973. 210 с.

24. Ермаков С.М., Михайлов Г.Л.. Курс статистического моделирования. – М.: Наука, 1976. 168 с.

25. Зельдович Я.Б., МышкинсА.Д. Элементы прикладной математики. – М.: Наука, 1965. 302 с.

26. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. –М.: Наука, 1968. 270 с.

27. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М: Наука, 1971. 192 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЗАДАЧАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»
(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 273 Залізничний транспорт)
(Електронне видання)

Укладачі:
Фомін Олексій Вікторович
Кічкін Олексій Вікторович

Оригінал-макет О.В. Сергієнко

Підписано до друку _____
Формат 60x84 1/16. Папір типограф. Гарнітура Times
Друк офсетний. Умов.друк.арк. _____. Облік.видавн.арк._____
Наклад_____прим. Вид.№_____Замовл.№_____Безкоштовно

Видавництво: Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

Адреса видавництва: 93400, м.Сєвєродонецьк, Луганська обл.
пр.Центральний, 59а, головний корпус
телефон: +38 (050) 218 04 78, факс (06452) 4 03 42
E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com