


Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Голова вченої ради ФЕТАМ
Андрій ЧОРНИЙ
Протокол №4
«26» червня 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
(цикл дисциплін зі спеціальності)

Математична обробка експериментальних даних

Шифр за ОНП – **ОД 7**

підготовки здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії

Галузь знань -	13 Механічна інженерія
Спеціальність -	131 Прикладна механіка
Освітня програма -	Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки

2024 - 2025 навчальний рік

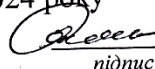
Робоча програма навчальної дисципліни «Математична обробка експериментальних даних» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки». - 14 стор.

Розробник: Василь ОСИПЕНКО, д.т.н., професор, завідувач кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління

Протокол №9 від "25" червня 2024 року

Завідувач кафедри ПХВ ВВП

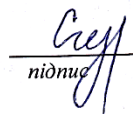

підпис

/ Василь ОСИПЕНКО /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

Обговорено та рекомендовано до затвердження методичною комісією факультету електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«26» червня 2024 р., протокол №6

Голова методичної комісії ФЕТАМ


підпис

/ Олександр ГАВРИШ /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач кафедри ПХВ ВВП


підпис

/ Василь ОСИПЕНКО /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

Навчально-методичний відділ


підпис

/ Олександр ГАВРИШ /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

«__» _____ 20__ р.

ПРОГРАМУ ПРОЛОНГОВАНО ДО «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

підпис

/ _____ /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

«__» _____ 20__ р.

Навчально-методичний відділ

підпис

/ _____ /
Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ

«__» _____ 20__ р.

1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Прізвище, ім'я, по батькові	Осипенко Василь Іванович
Науковий ступінь	Доктор технічних наук
Вчене звання	Професор
Посада	Завідувач кафедри ПХВВНП
Місце роботи	ЧДТУ, кафедра ПХВВНП
Адреса кафедри	https://phvvnп.chdtu.edu.ua/
Контактний телефон	+38097 643 90 91
Профайл викладача	https://phvvnп.chdtu.edu.ua/staff/osypenko-vasyl-ivanovych/
e-mail:	v.osypenko@chdtu.edu.ua
Профайл дисципліни	https://drive.google.com/drive/folders/1dAKNQhVCpkQ6LxEIVrCwqD3scyG_7wds?usp=sharing
Розклад консультацій	Відповідно до розкладу викладача після завершення занять https://phvvnп.chdtu.edu.ua/debts/

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Загальні характеристики		Навчальне навантаження з дисципліни	
			денна форма	заочна форма
<u>Галузь знань</u> <u>13 Механічна інженерія</u>	Обов'язкова		Курс підготовки:	
			1	
<u>Спеціальність</u> <u>131 Прикладна механіка</u>	Загальна кількість кредитів ЄКТС	4	Семестр підготовки:	
	Загальна кількість годин	120	2	
<u>Освітня програма</u> Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки	Кількість аудиторних годин	48	Лекції	
			32	
	Кількість годин самостійної роботи	72	Практичні, семінарські	
			16	
<u>Освітній рівень</u> доктор філософії	Мова навчання - українська		Лабораторні	
			–	
			Самостійна робота	
			72	
			Форма підсумкового контролю	
		екзамен		

3 ПРЕДМЕТ, МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Предмет вивчення дисципліни	Сучасні методи математичного та комп'ютерного планування експерименту та обробки результатів експериментальних досліджень
Мета викладання дисципліни	Оволодіння методологією математичного планування експериментів та методами математичної статистики для обробки та аналізу отриманих результатів в тому числі з використанням сучасних програмних пакетів Excel та STATISTICA.
Завдання вивчення дисципліни	Надання аспірантам необхідних знань для: <ul style="list-style-type: none"> - оволодіння методами планування та засобами аналізу результатів експерименту, перевірки їх адекватності, аналізу обмеження застосовності; – отримання практичних навичок розробки регресійних та оптимізаційних математичних моделей досліджуваних процесів фізико-технічної обробки матеріалів.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

№ з/п	Результати навчання
Відповідно до ОНП «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» спеціальності 131 «Прикладна механіка»	
1	Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань (PH04).
2	Уміння виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень. (PH07).
3	Уміння проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи в царині лазерних технологій та процесів фізико-технічної обробки, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень (PH10).

5 ПРЕРЕКВІЗИТИ

Міждисциплінарні зв'язки

Освітній компонент «Філософія науки та методологія наукових досліджень»
циклу загальнонаукових (філософських) компетентностей

6 ПОСТРЕКВІЗИТИ

Міждисциплінарні зв'язки

Науково-дослідна робота здобувачів

7 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1 «Методологія підходів організації досліджень та аналізу технологічних процесів та їх моделей»
Тема 1. Вступ.
<i>Мета і завдання дисципліни. Основні поняття та визначення. Експеримент. Експериментальні дослідження, експериментальні напрямки, проблеми та теми. Формування мети і завдань дослідження. Методологія теоретичних і експериментальних досліджень. Впровадження та ефективність експериментальних досліджень.</i>
Тема 2. Види та етапи науково-дослідних робіт.
<i>Види та етапи науково-дослідних робіт в царині лазерних технологій та процесів фізико-технічної обробки.</i>
Тема 3. Аналіз технологічних процесів як об'єктів управління
<i>Аналіз технологічних процесів як об'єктів управління. Математичні моделі технологічних процесів як об'єктів управління. Формування основних етапів ідентифікації моделі об'єкта.</i>
Тема 4. Основні поняття теорії ймовірності.
<i>Точкові оцінки числових характеристик експериментальних законів розподілу. Інтервальні оцінки розподілу результатів спостережень і вимірювань. Довірчі інтервали для дисперсії і середнього квадратичного відхилення.</i>
Змістовий модуль №2 «Планування експериментів та методи обробки експериментальних даних»
Тема 5. Регресійний і кореляційний методи аналізу при оптимізації технологічних процесів.
<i>Кореляційна залежність. Дві основні задачі вимірювання зв'язків. Емпірична лінія регресії. Метод найменших квадратів. Множинний регресійний аналіз. Нелінійна регресія.</i>
Тема 6. Методи планування активного експерименту
<i>Методи планування активного експерименту. Вхідні і вихідні фактори, що підлягають дослідженню. Вибір меж області зміни факторів. Інтервал варіювання. Матриця планування експерименту.</i>
Тема 7. Методи визначення регресійних багатofакторних моделей.

Методи визначення регресійних багатофакторних моделей. Значущість коефіцієнтів регресії. Адекватність одержаної моделі. Дробовий факторний експеримент. Дробові репліки.

Тема 8. Обробка результатів експерименту.

Обробка результатів експерименту. Аналіз одержаної моделі. Класичні методи визначення екстремуму. Факторні методи визначення екстремуму. Дисперсійний аналіз при експериментальному дослідженні.

Тема 9. Інформаційна технологія.

Інформаційна технологія. Робота з даними в системі Excel. Робота з даними в системі STATISTICA. Робота з даними в системі MathCad.

8 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва модулів і тем	Форми організації навчання, кількість годин						Література, інформаційні ресурси
		Денна форма			Заочна форма			
		Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	
Змістовий модуль №1. Методологія підходів організації досліджень та аналізу технологічних процесів та їх моделей								
1	Тема 1. Вступ.	2		2				1, 3
2	Тема 2. Види та етапи науково-дослідних робіт.	2		4				3, 7
3	Тема 3. Аналіз технологічних процесів як об'єктів управління.	4		8				8, 9
4	Тема 4. Основні поняття теорії ймовірності.	4		2				1, 2, 6
Змістовий модуль №2. Планування експериментів та методи обробки експериментальних даних								
5	Регресійний і кореляційний методи аналізу при оптимізації технологічних процесів.	4	2	10				1, 2, 3
6	Методи планування активного експерименту	4	4	12				2, 4
7	Методи визначення регресійних багатофакторних моделей.	4	4	10				1, 2, 6
8	Обробка результатів експерименту	4	2	12				2, 5
9	Інформаційна технологія.	4	4	12				2, 4
	Разом	32	16	72				

9 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Побудова математичної регресійної моделі для повного факторного експерименту	2	
2	Перевірка адекватності математичної регресійної моделі отриманої за результатами виконання практичної роботи №1	2	
3	Практична побудова лінії регресії	2	
4	Визначення числових характеристик випадкових величин, отриманих під час експерименту. Середнє значення випадкових величин. Дисперсія вибірки. Середнє квадратичне відхилення.	4	
5	Програмні системи обробки даних. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень та формулювання висновків і пропозицій. Складання звітів з науково-дослідної роботи	6	
	Разом:	16	

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка експериментальних даних» для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» всіх форм навчання «[Електронний ресурс] / [Упоряд. : Осипенко В.І.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2024. – 193 с. – Назва з титульного екрана. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1NB9wC2c5b_Cl7FtqdtL0mM92bAENdx1U/view?usp=sharing

2. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Математична обробка експериментальних даних» для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» всіх форм навчання «[Електронний ресурс] / [Упоряд. : Осипенко В.І.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2024. – 45 с. – Назва з титульного екрана.

Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1zH_suwX0fcpW6-zgKQwLTw6rS4Hg2k6Y/view?usp=sharing

10 САМОСТІЙНА РОБОТА

8.1 Рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Використовуючи надані літературу та інформаційні ресурси опрацювати та проаналізувати кожну тему. За виникнення труднощів сприйняття матеріалу теми, підготувати перелік запитань до викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Література, інформаційні ресурси
1	Методи одержання математичних моделей. Математичний опис технологічних процесів.	6	3, 7, 8, 9
2	Задачі первинної обробки результатів попереднього експерименту.	6	1, 2
3	Математичні моделі технологічних процесів як об'єктів управління.	4	3, 7, 8
4	Перевірка статистичних гіпотез відносно різниці між парами середніх у генеральних сукупностях за результатами дисперсного аналізу.	4	1, 2, 6
5	Оптимізація механіко-технологічних процесів.	10	4, 5
6	Статистична оцінка істотності вибірових коефіцієнтів регресії і кореляції.	10	2, 6
7	Робота з даними в системі Excel	10	6
8	Робота з даними в системі STATISTICA. Електронні таблиці з вихідними даними.	10	7, 8
9	Робота з даними в системі MathCad.	12	9
	Разом:	72	

11 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

11.1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

- контроль виконання практичних робіт;
- фронтальне та індивідуальне усне опитування при виконанні практичних робіт;
- екзамен.

11.2 ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Що таке експеримент? яка його роль в інженерній практиці?
2. Які загальні риси мають наукові методи досліджень для вивчення закономірностей різних процесів і явищ у промисловості?
3. Приведіть класифікації видів експериментальних досліджень, виходячи з мети проведення експерименту й форми подання результатів, а також залежно від умов його реалізації
4. У чому полягають принципові відмінності активного експерименту від пасивного?
5. Поясніть переваги й недоліки лабораторного й промислового експерименту.
6. У чому відмінність кількісного і якісного експериментів?
7. Дайте визначення наступним термінам: досвід, фактор, рівень фактора, відгук, функція відгуку, план і планування експерименту.
8. Що таке випадкова величина? у чому полягають відмінності дискретної від безперервної випадкової величини? приведіть приклади.
9. Які імовірнісні характеристики використовують для опису розподілів випадкових величин?
10. З якою метою використовують закони розподілу при обробці даних експериментальних досліджень?
11. Чому нормальний закон розподілу найбільше застосовуємо в експериментальній практиці?
12. Які параметри й властивості характерні для нормального закону розподілу?
13. Дайте визначення наступним характеристикам випадкових величин: центрована, нормована й наведена.
14. Які завдання вирішують у ході попередньої статистичної обробки експериментальних даних?
15. Що таке генеральна сукупність і вибірка?
16. Що таке крапкове оцінювання? перелічіть крапкові оцінки основних параметрів нормального розподілу для безперервної випадкової величини.
17. У чому полягає основна ідея оцінювання за допомогою довірчого інтервалу? за допомогою яких розподілів відбувається побудова довірчих інтервалів для математичного очікування й дисперсії?
18. У чому полягає сутність статистичних гіпотез? що таке нульові й альтернативна статистичні гіпотези?
19. За допомогою яких критеріїв виробляється відсівання грубих погіршень?
20. Які завдання виникають при порівнянні двох рядів спостережень експериментальних даних? за допомогою яких критеріїв вони вирішуються?
21. Що таке критерій згоди? яка основна ідея його використання при перевірці гіпотез про вид функції розподілу?
22. У чому полягає алгоритм використання критерію Пірсона для перевірки гіпотези нормального розподілу експериментальних даних?

23. Яка процедура використання критерію Колмогорова-Смірнова для перевірки гіпотези нормального розподілу?
24. У чому полягають сутність і основні завдання кореляційного, регресійного й дисперсійного аналізу?
25. Які підходи використовують при знаходженні коефіцієнтів рівняння регресії?
26. Сформулюйте вихідні положення методу найменших квадратів.
27. За допомогою якого параметра оцінюється кореляція зв'язку між випадковими величинами? поясните фізичну суть цього параметра.
28. Як оцінюється адекватність статистичної моделі?
29. Що називається частинним коефіцієнтом кореляції?
30. Що називається множинним коефіцієнтом кореляції?
31. Які властивості мають коефіцієнти кореляції?
32. Яким образом виробляється перевірка значимості коефіцієнтів рівняння регресії?
33. У чому полягає постановка завдання лінійної множинної регресії?
34. Що таке погрішність визначення величин функцій?
35. З якою метою розраховують погрішність?
36. Які види погрішностей ви знаєте? як вони визначаються?
37. У чому полягає мета рішення зворотного завдання теорії експериментальних погрішностей?
38. Що розуміють під вираженням «найвигідніші умови проведення експерименту»?
39. Яка основна ідея математичного рішення завдання пошуку найвигідніших умов проведення експерименту?
40. З яких етапів складається послідовність проведення активного експерименту?
41. З якою метою використовують теорію планування експерименту?
42. З яких міркувань вибирають основні фактори, їхні рівні, а також інтервали варіювання факторів при проведенні пфе й дфе?
43. У чому полягає основна ідея дфе?
44. У чому полягають причини неадекватності математичної моделі? як виробляється оцінка адекватності?
45. Які принципи ротатабельного планування експерименту?
46. З якою метою композиційні плани приводять до ортогонального виду?
47. У чому полягає сутність планування експериментів при пошуку оптимальних умов? які методи при цьому використовують?
48. На чому заснований метод покоординатної оптимізації?
49. З яких етапів складається алгоритм оптимізації методом крутого сходження?
50. У чому полягають основна ідея методу симплексного планування?
51. Які переваги дає експериментаторові використання засобів обчислювальної техніки?
52. Які можливості сучасних програм по обробці експериментальних даних?

53. На яких принципах заснована організація сучасних статистичних пакетів?
54. Яким чином вирішується завдання по оцінці статистичних характеристик за допомогою пакета Microsoft Excel?
55. Як організована взаємодія користувача з пакетом STATISTICA? які основні модулі він у себе включає?
56. Як визначити коефіцієнти рівняння регресії, використовуючи пакет MathCad?
57. У чому полягає постановка завдання квадратичної множинної регресії?

11.3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА

Вид навчальної роботи	Кількість балів максимум
<i>Постійна частина</i>	
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №2 «Планування експериментів та методи обробки експериментальних даних» - 36 годин	
Виконання практичної роботи №1	10
Виконання практичної роботи №2	10
Виконання практичної роботи №3	10
Виконання практичної роботи №4	14
Виконання практичної роботи №5	16
<i>Всього за змістовим модулем №2</i>	60
<i>Додаткова частина</i>	
Участь в науковій конференції за темою дисципліни	10
ІСПИТ	40
ІТОГОВА СЕМЕСТРОВА ОЦІНКА	100

Система нарахування рейтингових балів

1. Виконання практичних робіт. За високої культури, високого рівня умінь та навичок виконання практичних завдань, проявлення навичок самостійної роботи з отриманою інформацією по темі з різних джерел та навичок науково-пошукової роботи за індивідуальним завданням, за перші 3 практичних роботи аспірант отримує **10 балів** за кожну. За 4 роботу **14 балів**, за 5 роботу **16 балів** (за 5 робіт всього **60 балів**). За проявлений ґрунтовний рівень знань аспіранта та навичок у виконанні практичних завдань з незначними неточностями у викладенні, індивідуальні завдання виконані правильно з зауваженнями по оформленню аспірант отримує зниження в **2 бали** за кожну роботу. За посереднього рівня знань та логічного мислення у аспіранта, порушенні послідовності викладення матеріалу практичної

роботи, недостатній точності формулювань основних положень та труднощах при самостійному знаходженні та опрацюванні необхідної інформації аспірант отримує зниження в **6 балів** за кожну роботу. За неможливості самостійного вирішення практичних завдань та невідповідного оформлення звіту до виконаної роботи аспірант отримує **0 балів**. У такому випадку аспіранту пропонується повторне оцінювання після додаткового опрацювання практичної роботи. Практична робота аспіранта оцінюється як **неприйнятна** при відсутності виконання передбачених методичними вказівками обов'язкових видів робіт, нерозумінні основних законів і положень теоретичного курсу, безграмотності та нелогічності матеріалів наданого звіту. Для таких аспірантів рекомендовано проходження повторного курсу вивчення дисципліни у відповідності до чинних правил підготовки фахівців.

3. Екзамен. Екзаменаційний білет містить 4 питання. За правильні повні відповіді на кожне питання аспірант отримує по **10 балів (всього 40)**. Відповіді з незначними неточностями оцінюються в **8 балів**. Відповіді з окремими помилками оцінюються в **6 балів**. За наявності окремих помилок, порушенні послідовності викладення матеріалу, недостатній точності формулювань аспірант отримує **3 бали**. За нерозуміння суті, безграмотності та нелогічності відповіді на поставлене питання аспірант отримує **0 балів**.

12 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Основи теорії планування експерименту: Розділ дисципліни «Методика та організація наукових досліджень» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» / А.М.Волокита, В.Л.Селіванов О. А; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,58 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 41 с. Режим доступу:
https://drive.google.com/file/d/15UZzM2yzI0P5HHdr4TS1bN6Xc15u-J_r/view?usp=sharing
2. Горват А.А., Молнар О.О., Мінкович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 160 с.: іл. Режим доступу:
<https://drive.google.com/file/d/1V0M231YlhSwXArgktLpM4N104gQ5JN15/view?usp=sharing>
3. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с. Режим доступу:

<https://drive.google.com/file/d/1XwDLliN8eMe-ZGadg0FMWRwpGjmT-5Q1/view?usp=sharing>

4. [Осипенко В. І.](#) Фізика і технологія електроерозійного дротяного вирізання: монографія / В.І. Осипенко, О.П. Плахотний, Н.В. Філімонова; Черкаський державний технологічний університет. – Черкаси: Видавець ФОП Гордієнко Є.І., 2019. – 251 с. Режим доступу: <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/1315>
5. Плахотний О.П. Наукові засади комбінованої технології електроерозійної та електрохімічної обробки дротяним електродом. Дисертація доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.07 «Процеси фізико-технічної обробки» (13 – Механічна інженерія). – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021. – 405 с. Режим доступу: <https://surl.li/dyfmби>

Допоміжна

6. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1mwgHBvR6Gu9zRxGEoRcg3h79idzIJeLd/view?usp=sharing>
7. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 142 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1PptuI5HeOcgmWh1UTBvNcYwcsRiS5AJA/view?usp=sharing>
8. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем. – Навч. посібник. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 176 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/13hkwYOA8I8i4tqOE6-MbbV4UVrVixS9E/view?usp=sharing>
9. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 140 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1eI8VN5t-Hb3R4JUJAhlcJI3UMWdsnYSF/view?usp=sharing>

13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Під час проведення лекцій, практичних робіт та для самостійного опрацювання застосовуються презентаційні матеріали за URL посиланнями:

1. <https://drive.google.com/file/d/19Q2RxXbqojXw4QPbfnLkc6ZQRzZTU517/view?usp=sharing>

2. https://drive.google.com/file/d/194_blf2id_6Qd6pmc56bJICanLtCAxMm/view?usp=sharing

3. https://drive.google.com/file/d/1Qv2cZYkNRUEJleJMTYGxnb81RM3CHQJ_/view?usp=sharing

14 перелік нормативних документів *за необхідністю*

15 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

1. Словесні: лекція, бесіда, пояснення, розповідь, самостійна робота, консультації.

2. Наочні методи: використання слайдів, презентацій Power Point.

3. Практичні – проведення моделювання в математичних розрахункових програмах, дослідження отриманих даних при виконанні практичних робіт та самостійної роботи.

4. За характером діяльності аспірантів використовуються методи проблемного навчання (постановка проблеми та її вирішення), дослідницькі методи.

5. При навчанні основними формами роботи є індивідуальна, групова та фронтальна.

6. Реалізуються принципи особистісно-орієнтованого навчання.

Для здійснення контролю знань та вмій, теоретичного матеріалу використовуються фронтальне та індивідуальне усне опитування, перевірка виконання самостійних індивідуальних завдань по кожній практичній роботі.

16 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика щодо відвідування. Відвідування занять є обов'язковим. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини (наприклад, індивідуальний графік навчання, хвороба), то навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни, а також аспірант повинен презентувати виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.

Політика щодо правил поведінки на заняттях. Здобувач вищої освіти зобов'язаний виконати необхідний мінімум навчальної роботи, приймати активну участь під час виконання поставлених завдань, не заважати у проведенні заняття.

Політика щодо строків та перескладання. Усі завдання, передбачені програмою навчальної дисципліни, мають бути виконані у встановлений термін. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Доповіді на науковій конференції мають бути авторськими та оригінальними. Під час екзамену дозволяється користуватися тільки особистими джерелами інформації – конспектом, книгами, в тому числі в електронному варіанті, інтернет ресурсами. На екзамені моделюється реальна дослідницька робота майбутнього фахівця, тобто перед ним ставиться задача і немає обмежень в користуванні науковою літературою. Більшість питань на екзамен сформульовані в проблемному ключі, що потребує розуміння суті, вміння аналізувати та аргументовано надавати відповідь.