

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних технологій

Стрелковська І.В., Григор'єва Т.І.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів

Одеса 2023

Затверджено Вченою Радою Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № 1 від 4 вересня 2023 р.)

Стрелковська І.В., Григор'єва Т.І.

Математичні методи в наукових дослідженнях: методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів [Електронне видання]. / Стрелковська І.В., Григор'єва Т.І. Кафедра інформаційних технологій Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2023. – 22 с.

Методичні рекомендації з курсу «Математичні методи в наукових дослідженнях» розроблено відповідно до навчального плану, вони складаються з навчальної програми курсу, методичних рекомендацій з проведення практичних занять і завдань для самостійної роботи здобувачів, списку рекомендованої літератури. Матеріали призначено для студентів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету, які в магістратурі вивчають галузь знань - «Інформаційні технології».

Вивчення дисципліни «Математичні методи в наукових дослідженнях» сприятиме залученню здобувачів до науково-дослідницької діяльності та підготовки ними публікацій, кваліфікаційних й інших наукових робіт.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин – 120	Галузь - 12 «Інформаційні технології»	обов'язкова	
	Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення»	Рік підготовки: 1-й	
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень	Семестр 1-й	
		Лекції 28 год.	
		Практичні, семінарські 28 год.	
		Лабораторні -	
		Самостійна робота та індивідуальні завдання 64 год.	
		Вид контролю: екзамен	

Дисципліна «Математичні методи в наукових дослідженнях» надає змогу здобувачам другого ступеня вищої освіти оволодіти спеціальними професійними інформативно-комунікативними компетентностями, пов'язаними з використанням математичних методів, моделей та інформаційних технологій у рамках виконання їх самостійного дослідження та у подальшій науково-дослідницькій діяльності.

Метою викладення дисципліни «Математичні методи в наукових дослідженнях» є формування компетентності щодо побудови, дослідження, аналізу та чисельної реалізації математичних моделей з подальшим використанням отриманого розв'язку для підвищення ефективності функціонування систем, що досліджуються.

ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

Знання:

- основні етапи проведення наукових досліджень;
- вимоги по оформленню результатів наукових досліджень;
- методи наукового дослідження;
- методи моделювання; математичне моделювання;
- аналіз та синтез в процедурах моделювання;
- характеристики випадкових процесів;

- основні методи лінійної алгебри і тензорного числення, їх використання;
- теоретичні особливості чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач;
- чисельні методи наближення функцій; методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій;
- методи чисельного інтегрування звичайних диференціальних рівнянь.

Уміння:

- виконувати інформаційний пошук, накопичування та обробляти наукову інформацію;
- застосовувати на практиці сучасні прийоми та методи наукових досліджень;
- знаходити точний або наближений розв'язок математичної задачі;
- досліджувати нестандартні задачі класифікації, аналізу складних систем процесів;
- використовувати математичні методи у наукових дослідженнях;
- написати наукову статтю, тези доповідей конференції, науковий звіт.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.

Завдання етапів дослідження об'єкту при моделюванні. Задачі аналізу об'єкту. Синтез і аналіз моделі. Задачі причинно-наслідкового аналізу. Методи моделювання. Аналітичне моделювання. Імітаційне моделювання. Математичне моделювання.

Тема 2. Випадкові процеси.

Закони розподілу випадкових процесів. Характеристики випадкових процесів. Математичне сподівання, дисперсія і кореляційна функція випадкового процесу. Нормована кореляційна функція випадкового процесу. Взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів. Перетворення випадкових процесів. Додавання, диференціювання та інтегрування стохастичних процесів.

Тема 3. Методи інтерполяції.

Методи локальної і глобальної інтерполяції. Інтерполяційні поліноми Ньютона, Лагранжа. Метод найменших квадратів. Сплайн та вейвлет– інтерполяція.

Тема 4. Чисельні методи наближення функцій.

Класифікація методів апроксимації експериментальних даних та побудова моделей. Методи апроксимації функцій. Рівномірне наближення. Поліноміальна апроксимація. Кусково-лінійна апроксимація. Дробово-раціональна апроксимація. Чисельне диференціювання і чисельне інтегрування. Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 5. Кільце многочленів.

Кільця і поля. Кільце многочленів. Кратні корені многочлена. Незведені многочлени над полями комплексних та дійсних чисел. Поле раціональних дробів.

Тема 6. Лінійні простори та лінійні оператори.

Лінійний простір. Лінійні многовиди. Афінний простір. Евклідов простір. Лінійні відображення. Лінійний оператор і його матриця. Ядро та образ лінійного оператора. Власні значення та власні вектори лінійного оператора. Квадратичні форми. Приведення квадратичної форми до канонічного вигляду.

Тема 7. Векторні і тензорні поля.

Векторний простір, його розмірність і базис. Перетворення компонент вектора при повороті і при інверсії декартової системи координат. Взаємні базиси. Контраваріантні і коваріантні компоненти. Тензори. Закон перетворення компонент тензора. Метричний тензор. Операції з тензорами. Приведення тензора до діагонального виду.

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	у тому числі		
лекц.		практ.	сам. роб.	
Тема 1. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.	8	2	2	4
Тема 2. Випадкові процеси.	22	6	6	10
Тема 3. Методи інтерполяції.	18	4	4	10
Тема 4. Чисельні методи наближення функцій.	18	4	4	10
Тема 5. Кільце многочленів.	18	4	4	10
Тема 6. Лінійні простори та лінійні оператори.	18	4	4	10
Тема 7. Векторні і тензорні поля.	18	4	4	10
Усього годин	120	28	28	64
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ - ЕКЗАМЕН				

4. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.

Етапи і методи наукового дослідження. Визначення поняття моделі. Процес моделювання. Етапи аналізу та синтезу в процедурах моделювання. Моделювання

процесів функціонування окремих підсистем і модулів. Процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення. Методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу. Моделі інформаційних процесів у прикладній області.

Тема 2. Випадкові процеси.

Елементарні випадкові функції. Криві реалізацій випадкової функції. Математичне сподівання випадкового процесу. Дисперсія випадкового процесу. Кореляційна функція випадкового процесу. Нормована кореляційна функція випадкового процесу. Взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів. Нормована взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів. Додавання стохастичних процесів. Диференціювання стохастичного процесу. Інтегрування стохастичного процесу.

Тема 3. Методи інтерполяції.

Методи локальної інтерполяції. Локальна кусково-постійна інтерполяція. Локальна кусково-лінійна інтерполяція. Локальна кусково-квадратична інтерполяція. Методи глобальної інтерполяції. Інтерполяція степеневим багаточленом (поліномом) у канонічній формі. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Багатоінтервальна інтерполяція. Лінійна багатоінтервальна інтерполяція. Квадратична багатоінтервальна інтерполяція. Сплайн-інтерполяція функцій. Лінійний сплайн. Квадратичний сплайн. Кубічний сплайн.

Тема 4. Чисельні методи наближення функцій.

Основні методи апроксимації експериментальних даних. Середньоквадратичне наближення. Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація. Квадратична апроксимація. Логарифмічна апроксимація. Експоненціальна апроксимація. Степенева апроксимація. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Симпсона. Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь і їх систем. Метод Ейлера розв'язання диференційного рівняння першого порядку. Модифікований метод Ейлера розв'язання диференційного рівняння першого порядку. Методи Рунге–Кутта розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Метод кінцевих різниць розв'язання задачі Коші для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

Тема 5. Кільце многочленів.

Алгебраїчні структури. Групи. Кільця і поля. Кільце многочленів. Теорема про ділення з остачею в кільці многочленів. Кратні корені многочлена. Незвідні многочлени над полями комплексних та дійсних чисел. Теорема про розклад многочлена над полем \mathbb{P} у добуток незвідних над полем \mathbb{P} многочленів. Поле раціональних дробів. Теорема про розклад раціонального дробу в суму многочлена і правильного раціонального дробу.

Тема 6. Лінійні простори та лінійні оператори.

Лінійний простір. Лінійні многовиди. Лінійний оператор. Ядро та образ лінійного оператора. Власні значення та власні вектори лінійного оператора. Квадратичні форми. Приведення квадратичної форми до канонічного вигляду.

Тема 7. Векторні і тензорні поля.

Векторний простір, його розмірність і базис. Перетворення компонент вектора при повороті і при інверсії декартової системи координат. Взаємні базиси. Контраваріантні і коваріантні компоненти. Перетворення компонентів тензора. Метричний тензор. Піднімання та опускання (перекидання) індексів. Операції з тензорами. Власні вектори та власні (головні) значення довільного тензора другого рангу. Приведення тензора до діагонального виду. Наукові та прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення. Проектування архітектури програмного забезпечення.

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

Тема 1. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.

Етапи дослідження об'єкту при моделюванні. Синтез і аналіз моделі. Причинно-наслідковий аналіз.

Розробка і реалізація наукових проектів у сфері інженерії програмного забезпечення. Створення нових ідей (креативність), проведення дослідження на відповідному рівні. Абстрактне мислення, аналіз та синтез.

Проектування архітектури програмного забезпечення, моделювання процесів функціонування окремих підсистем і модулів.

Оцінка і вибір ефективних методів і моделей розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу.

Побудова і дослідження моделі інформаційних процесів у прикладній області.

Тема 2. Випадкові процеси.

Класифікація випадкових процесів. Характеристики випадкових процесів. Додавання стохастичних процесів. Диференціювання стохастичного процесу. Інтегрування стохастичного процесу. Стаціонарні та нестаціонарні випадкові процеси.

Тема 3. Методи інтерполяції.

Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Багатоінтервальна інтерполяція. Сплайн та вейвлет– інтерполяція.

Тема 4. Чисельні методи наближення функцій.

Постановка задачі апроксимації і метод найменших квадратів. Степенева апроксимація. Дослідження апроксимації функцій різного виду. Метод Ейлера числового розв'язання задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь і систем звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 5. Кільце многочленів.

Кільця і поля. Кільце многочленів. Поле раціональних дробів. Теорема про розклад раціонального дробу в суму многочлена і правильного раціонального дробу.

Тема 6. Лінійні простори та лінійні оператори.

Лінійний простір. Лінійні многовиди. Афінний простір. Евклідов простір. Лінійні відображення. Лінійний оператор. Ядро та образ лінійного оператора. Власні значення та власні вектори лінійного оператора. Розклад многочлена в ряд. Формула Тейлора. Квадратичні форми. Дослідження кривих і поверхонь за допомогою теорії квадратичних форм.

Тема 7. Векторні і тензорні поля.

Векторний простір. Контраваріантні і коваріантні компоненти. Перетворення компонентів тензора. Метричний тензор. Операції з тензорами. Власні вектори та власні (головні) значення довільного тензора другого рангу.

Теми доповідей

1. Випадкові процеси. Закони розподілу випадкових процесів.
2. Ланцюги Маркова.
3. Стаціонарні та нестаціонарні випадкові процеси. Характеристики стаціонарної випадкової функції.

4. Методи інтерполяції.
5. Інтерполяційні формули Стірлінга, Бесселя.
6. Сплайн та вейвлет– інтерполяція.
7. Інтерполяція функцій двох змінних за методом Лагранжа.
8. Методи апроксимації.
9. Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
10. Чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
11. Розв'язання межових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
12. Тензорні поля. Диференціальні оператори тензорного аналізу.
13. Коваріантне диференціювання векторних та тензорних полів.
14. Інтегральні теореми векторного й тензорного аналізу.
15. Моделі прогнозу, автокореляційна та взаємкореляційна функції. Відповідність даних статичного моделювання та прогнозу.
16. Причинно-наслідковий аналіз.
17. Застосування кроскореляційних функцій для визначення напрямку, матриць та графів причинно-наслідкового зв'язку

6. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення іспиту.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, усне повідомлення, індивідуальне опитування, робота у групах, розв'язання задач і практичних завдань, іспит
--	--

7. Питання до іспиту

1. Етапи і методи наукового дослідження.
2. Визначення поняття моделі. Процес моделювання. Етапи аналізу та синтезу в процедурах моделювання.
3. Методи моделювання. Аналітичне моделювання. Імітаційне моделювання. Математичне моделювання.
4. Розробка і реалізація наукових проєктів у сфері інженерії програмного забезпечення. Створення нових ідей (креативність), проведення дослідження на відповідному рівні. Абстрактне мислення, аналіз та синтез.
5. Проєктування архітектури програмного забезпечення, моделювання процесів функціонування окремих підсистем і модулів.
6. Оцінка і вибір ефективних методів і моделей розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу.
7. Побудова і дослідження моделі інформаційних процесів у прикладній області.
8. Випадкові процеси. Закони розподілу випадкових процесів.
9. Математичне сподівання випадкового процесу. Дисперсія випадкового процесу.
10. Кореляційна функція випадкового процесу. Властивості.
11. Нормована кореляційна функція випадкового процесу.
12. Взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів. Нормована взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів.
13. Перетворення випадкових процесів. Додавання, диференціювання та інтегрування стохастичних процесів.
14. Апроксимація, інтерполяція та екстраполяція.
15. Методи локальної інтерполяції. Локальна кусково-постійна інтерполяція. Локальна кусково-лінійна інтерполяція. Локальна кусково-квадратична інтерполяція.
16. Методи глобальної інтерполяції. Інтерполяція степеневим багаточленом (поліномом) у канонічній формі.
17. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона.
18. Багатоінтервальна інтерполяція. Лінійна багатоінтервальна інтерполяція. Квадратична багатоінтервальна інтерполяція.
19. Сплайн-інтерполяція функцій. Лінійний сплайн. Квадратичний сплайн. Кубічний сплайн.
20. Постановка задачі апроксимації і метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація. Квадратична апроксимація. Степенева апроксимація.
21. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Симпсона.
22. Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь і їх систем. Метод Ейлера розв'язання диференціального рівняння першого порядку.
23. Модифікований метод Ейлера розв'язання диференціального рівняння першого порядку.

24. Методи Рунге–Кутта розв'язання звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.
25. Метод кінцевих різниць розв'язання задачі Коші для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.
26. Кільце многочленів. Розклад многочлена над полем P у добуток незвідних над полем P многочленів.
27. Поле раціональних дробів. Теорема про розклад раціонального дроби в суму многочлена і правильного раціонального дроби.
28. Лінійний простір. Лінійні многовиди. Афінний простір. Евклідов простір.
29. Лінійні відображення. Лінійний оператор. Ядро та образ лінійного оператора.
30. Квадратичні форми. Приведення квадратичної форми до канонічного вигляду. Дослідження кривих і поверхонь за допомогою теорії квадратичних форм.
31. Векторний простір, його розмірність і базис.
32. Перетворення компонент векторів при повороті і при інверсії декартової системи координат. Взаємні базиси. Контраваріантні і коваріантні компоненти.
33. Тензори n -го рангу
34. Перетворення компонентів тензора. Метричний тензор. Піднімання й опускання (перекидання) індексів
35. Операції з тензорами
36. Власні вектори і власні значення тензора

8. КРИТЕРІЙ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

- «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи;

- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

- «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

- «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100 (10-12)	A	Відмінно	зараховано
82-89 (8-9)	B	Добре	
74-81(6-7)	C		
64-73 (5)	D	Задовільно	не зараховано
60-63 (4)	E		
35-59 (3)	Fx	незадовільно	
1-34 (2)	F		

9. ПЛАН – КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ»

Тема 1. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.

1. Етапи дослідження об'єкту при моделюванні: Моделювання включає в себе наступні етапи: визначення об'єкта, формулювання гіпотез, розробка математичних моделей, введення початкових умов і параметрів, обчислення та аналіз результатів.
2. Синтез і аналіз моделі: Синтез - це створення моделі на основі обраного методу, а аналіз - це оцінка та валідація моделі на основі зібраних даних.
3. Причинно-наслідковий аналіз: Вивчення взаємозв'язків між подіями або факторами для встановлення причин і наслідків в досліджуваному процесі або системі.
4. Створення нових ідей (креативність): Здатність до генерації нових

інноваційних ідей або рішень для вирішення проблем та досягнення поставлених цілей.

5. Абстрактне мислення, аналіз та синтез: Здатність думати абстрактно, аналізувати складні проблеми та синтезувати рішення на основі абстрактних концепцій.
6. Проектування архітектури програмного забезпечення: Визначення структури, компонентів і взаємодії програмного продукту для досягнення заданих функціональних та якісних характеристик.
7. Моделювання процесів функціонування окремих підсистем і модулів: Створення математичних або комп'ютерних моделей для аналізу і вдосконалення окремих частин програмного продукту.
8. Оцінка і вибір ефективних методів і моделей розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення: Аналіз і вибір оптимальних підходів для всіх етапів життєвого циклу програмного продукту.
9. Побудова і дослідження моделі інформаційних процесів у прикладній області: Розробка математичних моделей для аналізу та оптимізації інформаційних процесів у конкретній галузі.

Тема 2. Випадкові процеси.

1. Закони розподілу випадкових процесів: Це властивості розподілу випадкових величин, які складають випадковий процес. Вони описують, як випадкові величини розподіляються у часі або просторі.
2. Характеристики випадкових процесів: Основні числові показники, які дозволяють описати властивості випадкового процесу. Це математичне сподівання, дисперсія та кореляційна функція.
3. Математичне сподівання випадкового процесу: Середнє значення випадкового процесу відповідно до його розподілу. Вказує на "типове" значення випадкової величини в процесі.
4. Дисперсія випадкового процесу: Міра розсіювання значень випадкового процесу навколо його математичного сподівання. Вказує на ступінь варіабельності процесу.
5. Кореляційна функція випадкового процесу: Функція, яка вказує на ступінь залежності між значеннями процесу в різних моментах часу. Дозволяє аналізувати зв'язок між даними у випадковому процесі.

6. Нормована кореляційна функція випадкового процесу: Кореляційна функція, яка нормується за дисперсією випадкового процесу. Вона дозволяє порівнювати кореляцію між процесами з різними дисперсіями.
7. Взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів: Кореляційна функція, яка вказує на ступінь залежності між двома випадковими процесами. Використовується для аналізу взаємного впливу процесів.
8. Перетворення випадкових процесів: Операції, які застосовуються до випадкових процесів для отримання нових процесів. Включають додавання, диференціювання та інтегрування.
9. Додавання стохастичних процесів: Операція, при якій два або більше стохастичних процесів додаються разом для отримання нового стохастичного процесу.
10. Диференціювання стохастичних процесів: Операція, що включає обчислення похідних стохастичних процесів. Застосовується у фінансах та сигнальному аналізі.
11. Інтегрування стохастичних процесів: Операція, що включає обчислення інтегралів стохастичних процесів. Використовується у фінансовому аналізі та моделюванні.

Тема 3. Методи інтерполяції.

1. Інтерполяційний поліном Лагранжа: Це метод інтерполяції, де для побудови полінома використовуються вагові функції Лагранжа, які базуються на відомих значеннях функції в точках інтерполяції.
2. Інтерполяційний поліном Ньютона: Це інший метод інтерполяції, який базується на різницевих рівняннях та коефіцієнтах Ньютона. Використовується для інтерполяції функцій та наближеного побудови поліномів.
3. Багатоінтервальна інтерполяція: Це метод, де різні інтерполяційні методи використовуються на різних інтервалах для поліпшення точності інтерполяції при апроксимації складних функцій.
4. Сплайн інтерполяція: Це метод, де функція розбивається на невеликі сегменти, і на кожному сегменті застосовується інтерполяційний поліном для підвищення точності інтерполяції та гладкості функції.
5. Вейвлет-інтерполяція: Цей метод базується на використанні вейвлет-функцій для інтерполяції сигналів і образів. Він дозволяє ефективно аналізувати та стискати дані, зокрема зображення та сигнали.

Тема 4. Чисельні методи наближення функцій.

1. Класифікація методів апроксимації експериментальних даних та побудова моделей: Ця класифікація включає в себе методи, які дозволяють наближено відтворити функціональні залежності з експериментальних даних та побудувати математичні моделі, що описують ці залежності.
2. Методи апроксимації функцій: Це набір методів для наближеного представлення функцій за допомогою інших функцій, таких як поліноми або дроби.
3. Рівномірне наближення: Це метод, де апроксимуюча функція наближає оригінальну функцію на всьому діапазоні вхідних значень з однаковою точністю.
4. Поліноміальна апроксимація: Цей метод використовує поліноми для наближення функцій. Найпоширенішими є методи найкращого наближення поліномами МНК (метод найменших квадратів).
5. Кусково-лінійна апроксимація: У цьому методі функція розбивається на невеликі лінійні сегменти, і на кожному сегменті апроксимується лінійно.
6. Дробово-раціональна апроксимація: Використання дробових функцій для наближення складних функцій.
7. Чисельне диференціювання і чисельне інтегрування: Ці методи використовуються для обчислення похідних і інтегралів функцій за допомогою чисельних методів.
8. Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь: Методи, які дозволяють наближено знайти розв'язки звичайних диференціальних рівнянь за допомогою чисельних обчислень.

Тема 5. Кільце многочленів.

1. Групи: Група - це алгебраїчна структура, що складається з множини та бінарної

операції, яка має властивості асоціативності, ідентичного елемента та обернення для кожного елемента.

2. Кільця і поля: Кільце - це алгебраїчна структура, що має операції додавання і множення, але не завжди має обернене множення. Поле - це кільце, де кожен ненульовий елемент має обернене відносно множення.
3. Кільце многочленів: Кільце многочленів - це множина всіх многочленів з коефіцієнтами з певного кільця або поля, де операції визначені для многочленів.
4. Кратні корені многочлена: Корінь многочлена, який входить в нього більше одного разу, називається кратним коренем. Кратність кореня визначається кількістю разів, які він входить в многочлен.
5. Теорема про ділення з остачею в кільці многочленів: Ця теорема стверджує, що будь-який многочлен можна поділити на інший многочлен так, що отримати ділене, дільник і залишок.
6. Незвідні многочлени над полями комплексних та дійсних чисел: Многочлен, який не може бути розкладений на множники більш низького ступеня в полі комплексних або дійсних чисел, називається незвідним.
7. Теорема про розклад многочлена над полем P у добуток незвідних над полем P многочленів: Ця теорема стверджує, що будь-який многочлен над певним полем P може бути розкладений на добуток незвідних многочленів над цим полем.
8. Поле раціональних дробів: Це поле, яке складається з усіх раціональних дробів, де чисельник і знаменник - це многочлени, а операції визначені для раціональних дробів.
9. Теорема про розклад раціонального дроби в суму многочлена і правильного раціонального дроби: Ця теорема стверджує, що будь-який раціональний дріб може бути розкладений в суму многочлена і правильного раціонального дроби.

Тема 6. Лінійні простори та лінійні оператори.

1. Лінійні многовиди: Лінійний многовид - це підмножина лінійного простору, яка також є лінійним простором.

2. Афі́нний прості́р: Афі́нний прості́р - це лінійний прості́р, де операція додавання замінена на операцію віднімання, афі́нні перетворення зберігають лінійні властивості.
3. Евклі́дів прості́р: Евклі́дів прості́р - це лінійний прості́р, де введена скалярна операція (скалярний добуток векторів), і відстань між точками визначається через нього.
4. Лінійні відображення: Лінійне відображення - це функція, яка зберігає лінійні властивості, тобто лінійна комбінація відображається в лінійну комбінацію.
5. Лінійний оператор: Лінійний оператор - це спеціальний випадок лінійного відображення, який відображає лінійний прості́р в себе.
6. Ядро та образ лінійного оператора: Ядро - це сукупність всіх тих елементів з простору, які в результаті дії лінійного оператора перетворюються в 0 (нульовий елемент простору). Областю значення (або образом) лінійного оператора називається множина образів усіх елементів простору при дії оператора.
7. Власні значення та власні вектори лінійного оператора: Власні значення - це числа, які відповідають власним векторам, які не змінюють напрямку при застосуванні лінійного оператора.
8. Розклад многочлена в ряд. Формула Тейлора: Розклад многочлена в ряд - це представлення многочлена як суми ряду, де коефіцієнти цього ряду визначаються за допомогою похідних многочлена в точці. Формула Тейлора - це спеціальний випадок розкладу многочлена в ряд.
9. Квадратичні форми: Квадратична форма - це функція, яка залежить від квадратів змінних і може бути представлена у вигляді суми квадратів змінних з деякими коефіцієнтами.

Тема 7. Векторні і тензорні поля.

1. Векторний прості́р, його розмірність і базис: Векторний прості́р - це множина векторів, які задовольняють певним властивостям. Розмірністю векторного простору називається кількість базисних векторів, а базис - це набір векторів, що лінійно незалежні і можуть утворювати будь-який вектор простору.

2. Перетворення компонент вектора при повороті декартової системи координат: При повороті декартової системи координат компоненти вектора можуть змінюватися залежно від кута повороту або взаємного відношення вимірів систем координат.
3. Взаємні базиси: Вектори, що утворюють два базиси і мають певну взаємну залежність, називаються взаємними базисами.
4. Контраваріантні і коваріантні компоненти: Контраваріантні компоненти змінюються протилежно до зміни базису, коваріантні компоненти змінюються так само, як і базисні вектори.
5. Перетворення компонентів тензора: Компоненти тензора можуть змінюватися при зміні базису, і ці зміни визначаються за допомогою матриці перетворення.
6. Метричний тензор: Метричний тензор визначає метрику простору і дозволяє обчислювати відстані та кутові розміри між векторами.
7. Піднімання та опускання (перекидання) індексів: Піднімання та опускання індексів використовується для зміни контраваріантних і коваріантних компонент тензорів.
8. Операції з тензорами: Операції з тензорами включають додавання, множення на скаляр, диференціювання, інтегрування і т. д.
9. Власні вектори та власні (головні) значення довільного тензора другого рангу: Власні вектори та власні значення тензора вказують на напрямки та масштаби змін, які відбуваються при дії тензора.
10. Приведення тензора до діагонального виду: Процес приведення тензора до діагонального виду полягає в обранні нового базису, в якому компоненти тензора стають діагональними.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Стрелковська І.В. Вища математика для фахівців в галузі зв'язку. Ч.5 / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ВМВ, 2018. – 508 с.
2. Стрелковська І.В. Диференціальні рівняння для фахівців в галузі ІТ-галузі / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2018. – 188 с.
3. Стрелковська І.В. Теорія ймовірностей та випадкові процеси (для фахівців у галузі ІТ-технологій) / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2018. – 384 с.
4. Стрелковська І.В. Математична статистика / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2019. – 110 с.

5. Стрелковська І.В., Соловська І.М., Стрелковська Ю.О. Застосування дійсних та комплексних сплайнів в задачах інфокомунікацій. Проблеми телекомунікацій. – 2021. – № 1(28). – С. 3-19. (фахове видання, категорія «Б»)
6. Стрелковська І.В., Золотухін Р.В., Григор'єва Т.І. Узагальнена модель оцінки показників функціонування низькошвидкісних мереж зв'язку автоматизованих систем управління. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. – 2022. – № 1 (03). – С. 138-153. (фахове видання, категорія «Б»)
7. Стрелковська І. В., Соловська І. М., Снігур Н., Малюга В., Параметричні сплайни в 3D-моделюванні. Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії»: матеріали конф., 17-20 липня 2023р.: тези доц. – Одеса: МГУ, 2023. – С. 22-26.
8. Худа Ж.В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи векторного і тензорного аналізу» – Кам'янське, ДДТУ, 2019. – 65 с.
9. Тензорний аналіз. Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / П. О. Наказной; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 225 кБ). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 35 с.
10. Стрелковська І. В., Соловська І. М., Стрелковська Ю. О., Використання методів сплайн-функцій в телекомунікаційних та інформаційних технологіях Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії»: матеріали конф., 17-20 липня 2023р.: тези доц. – Одеса: МГУ, 2023. – С. 70-79.
11. Мішура Ю. С. М71 Випадкові процеси: теорія, статистика, застосування : підручник / Ю. С. Мішура, К. В. Ральченко, Г. М. Шевченко. – 2-ге вид., випр. і допов. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2021. – 496 с.
12. Крилик, Л. В. Обчислювальна математика. Інтерполяція та апроксимація табличних даних : навчальний посібник / Л. В. Крилик, І. В. Богач, М. О. Прокопова. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 111 с.
13. Л.П.Вакал Апроксимація функцій багатьох змінних із застосуванням алгоритму диференціальної еволюції / Л.П. Вакал. // Математичні машини і системи. – 2017. – с. 90–96с.
14. Довгий Б.П. Сплайн-функції та їх застосування / Б.П.Довгий, А.В.Ловейкін, Є.С.Вакал, Ю.С.Вакал. – К.:Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2016. – 117 с.
15. Попов В.В. Методи обчислень: конспект лекцій для студентів механіко-математичного факультету / В.В. Попов. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2012. – 303 с.
16. Безущак О.О. Навчальний посібник з лінійної алгебри для студентів механіко-математичного факультету / О. О. Безущак, О. Г. Ганюшкін, Є. А. Кочубінська. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 224 с.
17. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

Допоміжна

18. Стрелковська І.В. Операційне числення для фахівців у галузі зв'язку (для студентів та аспірантів) / І.В. Стрелковська, В.М. Паскаленко. – Одеса: ОНАЗ, 2017. – 120 с.
19. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different extrapolation methods in Problems of Forecasting. *Advances in Information and Communication Technology and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 152. Springer. P. 217-228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12 (Індексація в Scopus)
20. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different Approaches to Studying the Extreme Properties of Signal Functions Synthesized With Splines. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies (LNDECT)*. 2020. Vol. 48. Springer. P. 17-33. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43070-2_2 (Індексація в Scopus)
21. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Spline-approximation and Spline-extrapolation methods in telecommunication problems. *Current Trends in Communication and Information*

- Technologies. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 212. Springer. P. 3-20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5_1 (Індексція в Scopus)
22. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Spline-Extrapolation Method in Traffic Forecasting in 5G Networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology*. 2019, Is. 3. P. 8-16. <https://doi.org/10.26636/jtit.2019.134719> (Індексція в періодичному виданні *Scopus, Q3, ISSN 1509-4553*)
 23. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. A study of the extremum of the total energy of the selective signals constructed by quadratic splines. *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*. 2019, Vol. 63(1). P. 30-36. <https://doi.org/10.3311/PPee.12457> (Індексція в періодичному виданні *Scopus, Q3, ISSN 2064-5279*)
 24. Strelkovskaya I., Solovskaya I. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics. *Journal of Electrical Engineering*. 2019. Vol. 70, Is. 4. P. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061> (Індексція в періодичному виданні *Scopus, Q3, ISSN 1335-3632*)
 25. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Fingerprinting/Indoor positioning using complex planar splines. *Journal of Electrical Engineering*. Vol. 72 (2021), N06, pp. 401-406. <https://doi.org/10.2478/jee-2021-0057>, (Індексція в періодичному виданні *Scopus, Q3, ISSN 1335-3632*)
 26. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovskaya J., Paskalenko V. Complex spline approximation in positioning problems. *Radioelectronics and Communications Systems*. 2022. Vol. 65 (7). P. 376–385. <https://doi.org/10.3103/S0735272722100028> (Індексція в періодичному виданні *Scopus категорія «А», Q3, ISSN 07352727*).
 27. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень / В.І. Романчиков. – К.: ЦУЛ, 2007. – 254 с.
 28. Москаленко Ю. Д., Москаленко О. А., Коваленко О. В. Лінійна алгебра : метод. рек. до проведення практ. занять та організації самостійної роботи студентів предметної спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика). Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2021. 91 с.
 29. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: Навчальний посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2010.– 198 с.
 30. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник– Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.–519 с.
 31. Пасічник В.В., Виклюк Я.І., Камінський Р.М. Моделювання складних систем. Посібник. Львів: Видавництво "Новий Світ - 2000". 2017. 404с.

Інформаційні ресурси

32. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: НБУВ, 2013-2015. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022
33. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НПБ України]. – Електронні дані (803 438 записів). – Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2015. – Режим доступу: catalogue.nplu.org . – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022
34. Український інститут інтелектуальної власності [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: УІПВ, 2017. – Режим доступу: <http://www.uipv.org> – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни.....	3
2. Програма навчальної дисципліни.....	4
3. Структура навчальної дисципліни.....	5
4. Питання до практичних занять.....	5
5. Самостійна робота.....	7
6. Види та методи контролю.....	9
7. Питання до іспиту.....	10
8. Критерії підсумкової оцінки знань студентів.....	11
9. План – конспект лекцій дисципліни «Математичні методи в наукових дослідженнях».....	12
10. Рекомендована література.....	18

Навчальне видання

**Стрелковська Ірина Вікторівна
Григор'єва Тетяна Ігорівна**

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів

Українською мовою