

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет математики та інформатики

(назва факультету/навчально-наукового інституту)

Кафедра математичного моделювання

(назва кафедри)



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Мартинюк О.В.

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Випадкові процеси

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма "Системний аналіз"

(назва програми)

Спеціальність 124 – Системний аналіз

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Факультет математики та інформатики

(назва факультету/ навчально-наукового інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

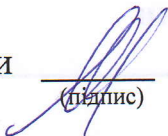
Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Випадкові процеси складена відповідно до освітньо-професійної програми "Системний аналіз", затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 7 від 29 квітня 2024 р.)

Розробники: Малик Ігор Володимирович, доктор фіз.-мат. наук, професор

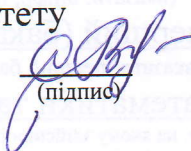
Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри математичного моделювання

Протокол № 18 від "25" червня 2024 року

Завідувач кафедри  Черевко І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою факультету математики та інформатики

Протокол № 11 від "25" червня 2024 року

Голова методичної ради факультету математики та інформатики  Сікора В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Мета навчальної дисципліни: навчити студентів основним поняттям та методам теорії випадкових процесів та стохастичного аналізу, ознайомити їх з класифікацією та основними властивостями випадкових процесів.

Основними завданнями навчальної дисципліни «Випадкові процеси» є навчити студентів основам застосування методів теорії випадкових процесів для розв'язання прикладних задач.

2. Результати навчання.

знати основні поняття теорії випадкових процесів (випадковий процес, класифікація випадкових процесів, умовні розподіли та умовні математичні сподівання, сепарабельні випадкові процеси, мартингали, марковські процеси, стохастичні інтеграли Вінера-Іто, заміна Іто, існування, єдиність, властивості розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь);

вміти застосовувати набуті теоретичні знання до розв'язування практичних задач з теорії випадкових процесів, стохастичного аналізу.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Системний аналіз» дисципліна формує такі **компетентності**:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ФК1. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.

ФК2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.

ФК3. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів.

Наведені результати навчання за відповідною дисципліною співвідносяться із такими **програмними результатами навчання**:

ПР3. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.

ПР14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	4	7	4	120	30			30	60		екзамен

3.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Сепарабельні випадкові процеси. Мартингали і напівмартингали												
Тема 1. Означення ВП. Задання міри для ВП на основному ймовірнісному просторі (Ω, F_t, P).	9	2	2			5						
Тема 2. Приклади випадкових процесів. Процес очікування. Процес Пуассона. Броунівський рух. Класифікація ВП. Сепарабельність ВП.	17	6	6			5						
Тема 3. Означення мартингала і напів- мартингала. Математичні моделі мартингалів та напівмартингалів.	20	6	4			10						
Усього за ЗМ1	46	14	12			20						
Змістовий модуль 2. Дифузійні стохастичні диференціальні рівняння												
Тема 1. Вінерів процес.	22	4	8			10						
Тема 2. Стохастичні інтеграли Вінера-Іто.	18	4	4			10						
Тема 3. Формула Іто	18	4	4			10						
Тема 4. Існування, єдиність, властивості розв’язків стохастичних дифе- ренціальних рівнянь	16	4	2			10						
Усього за ЗМ2	74	16	18			40						
Усього годин	120	30	30			60						

3.3. Тематика практичних занять

№	Тема	К-ть годин
1	Процеси другого порядку. Стохастичний аналіз випадкових процесів другого порядку.	2
2	Процес Пуассона та споріднені з ним процеси	4
3	Процеси відновлення	2
4	Мартингали та напівмартингали	4
5	Вінерів процес та його властивості	4
6	Марковські процеси	4
7	Стохастичний інтеграл та його властивості	4
8	Формула Іто	4
9	Стохастичні диференціальні рівняння	2

3.4. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів складається з:

- 1) Підготовки до практичних занять, розв'язування задач;
- 2) Підготовки до контрольних робіт;
- 3) Підготовки до екзамена;
- 4) Ознайомлення з такими питаннями, які недостатньо висвітлюються в лекціях:

№	Тема
1.	Означення ВП. Задання міри для ВП на основному ймовірнісному просторі ($\Omega, \mathcal{F}, \mathbf{P}$). Означення випадкового процесу. Теорема Колмогорова. Модельні приклади. Особливості практичного застосування
2.	Приклади випадкових процесів. Процес очікування. Процес Пуассона. Броунівський рух. Приклади випадкових процесів (процес очікування, пуассонівський процес, броунівський рух) Особливості практичного застосування
3.	Класифікація ВП. Класифікація ВП: процеси з незалежними значеннями, процеси з незалежними приростами, гауссові ВП, марковські ВП, стаціонарні ВП.
4.	Сепарабельність ВП. Основні теореми про задання міри на множинах мінімальної сігма-алгебри. Означення сепарабельності. Сепарабельні ВП.
5.	Означення мартингала і напівмартингала. Математичні моделі мартингалів та напівмартингалів. Основні означення (фільтрація, узгоджений ВП, мартингал, субмартингал, супермартингал). Основні твердження про мартингали. Приклади мартингалів.
6.	Зв'язок збіжностей для мартингалів. Допоміжні мартингальні нерівності. Розклад Дуба-Мейсера. Зв'язок збіжностей для субмартингалів. Основна теорема про збіжність. Граничні теореми для мартингалів. Збіжність рядів з незалежними членами. Замкнення мартингала. Умова рівномірної інтегровності.
7.	Вінерів процес. Означення вінерівського процесу. Неперервність, відсутність обмеженої варіації, недиференційовність по t вінерівського процесу. Моделювання на ЕОМ вінерівського процесу.
8.	Стохастичні інтеграли Вінера-Іто. Основні означення. Властивості. Інтеграли Вінера-Іто, як функції верхньої межі.
9.	Формула Іто. Означення стохастичного диференціала. Заміна Іто для скалярного та векторного випадків.
10.	Існування, єдиність, властивості розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь. Поняття стохастичного диференціального рівняння. Теореми про існування та єдиність розв'язків. Властивості розв'язків стохастичного диференціального рівняння. Модельні приклади.

4. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Екзаменаційний білет містить три питання, з яких два теоретичні й одне практичне.

1. Повна відповідь на теоретичне питання оцінюється у 13 балів.

2. Повна відповідь на теоретичне питання оцінюється у 14 балів.

3. За кожну помилку, яка допущена у відповіді, знімається певна кількість балів, а саме:

а) при відповіді на теоретичне питання у випадку неістотної помилки знімається 1-4 балів, а у випадку істотної 5-6 балів, якщо ж студент не опанував теоретичний матеріал дисципліни, плутається в означеннях, наводить логічно невірні твердження, то знімається до 12 балів;

б) при оцінці практичного завдання за помилку, допущену при обчисленнях, знімається 1-4 балів, за істотну помилку, знімається 5-6 балів, якщо ж розв'язання задачі логічно неправильне, то знімається до 13 балів.

Для оцінки знань студентів використовується таблиця

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	Добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

5. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- самостійні і контрольні роботи;
- тести.

6. Форми поточного та підсумкового контролю

1. Методи усного контролю (опитування)
2. Методи писемного контролю (самостійні і контрольні роботи)
3. Методи практичного оцінювання (оцінювання вміння застосовувати знання до розв'язування конкретних задач на практичних і лабораторних заняттях, оцінювання самостійної роботи студентів)
4. Дидактичні тести
5. Підсумковий контроль – екзамен

7. Рекомендована література

7.1. Фахова (основна)

1. Скороход А. В. Лекції з теорії випадкових процесів. - Київ: Либідь, 1990.- 168 с.
2. Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Лекції з теорії стохастичного моделювання. Частина 1. Основи теорії випадкових процесів. – Чернівці: Зелена Буковина, 1999.– 296 с.
3. Свердан М.Л., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Лекції з теорії стохастичного моделювання. Частина 2. Стохастичні динамічні системи зі скінченною післядією. – Чернівці: Зелена Буковина, 2000.– 560 с.
4. Корольок В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Ймовірність, статистика та випадкові процеси. В 3-х т. – Т.1. – Випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика. – Чернівці: Вид-во «Золоті литаври», 2009. - 798 с.

7.2. Допоміжна

5. Леоненко М. М., Мішура Ю. С., Пархоменко В. М., Ядренко М. Й. Теоретико-ймовірнісні та статистичні методи в економетриці та фінансовій математиці. - Київ: Інформтехніка, 1995. - 380 с.
6. Довгай Б.В., Козаченко Ю.В., Розора І.В. Моделювання випадкових процесів у фізичних системах: навч. посібник – К:ВПП «Задруга», 2010. – 230 с.