

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник

декана

з навчальної роботи

Харитонов О.М.

«30» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Граничні теореми теорії випадкових процесів.
Стохастичні диференціальні рівняння

для студентів

галузь знань

11 «Математика та статистика»

спеціальність

111 «Математика»

освітній рівень

магістр математики

освітня програма

«Математика»

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2021_/2022

Семестр

3 магістратури

Кількість кредитів ECTS 5

Мова викладання, навчання

та оцінювання українська

Форма заключного контролю іспит

Викладачі: Кнопова В.П., докт.ф.-м.н., доцент кафедри теорії ймовірностей та актуарної математики

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ-2021

Розробник: Кнопова В.П., д.ф.м.н., доцент кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики.



ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри
кафедри теорії ймовірностей,
статистики та актуарної математики
Мішура Ю.С.

Протокол №11 від 22.03.2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" серпня 2021 року № 1

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Граничні теореми теорії випадкових процесів. Стохастичні диференціальні рівняння» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 Математика та статистика зі спеціальності 111 Математика освітньої програми «Математика».

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається в 3-му семестрі магістратури в обсязі 150 год. (5 кредитів ECTS¹) зокрема: лекції – всього 42 год, консультації – 4 год, самостійна робота – 104 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом в 3-му семестрі магістратури.

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення з методами розв’язання стохастичних диференціальних рівнянь із броунівським та пуассонівським шумами, та застосування граничних теорем для наближення процесу Леві складним процесом Пуассона.

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* основи теорії випадкових процесів та базові знання пакету R.
2. *Вміти:* доводити основні результати з курсу “Теорія випадкових процесів”.
3. *Володіти елементарними навичками:* доведення граничних теорем із базового курсу теорії ймовірностей.

3. **Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Граничні теореми теорії випадкових процесів. Стохастичні диференціальні рівняння» включає в себе математичну теорію моделювання вінерівського та пуассонівського процесів та розв’язків рівнянь із вінерівським та пуассонівським шумом.

4. **Завдання (навчальні цілі):** формування здатності розв’язувати складні спеціалізовані математичні та статистичні задачі, що характеризується комплексністю і невизначеністю умов і передбачає застосування теоретико-ймовірнісних і статистичних методів; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці та статистиці, відповідно до освітнього рівня «магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК-1);
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв’язування наукових і професійних завдань (ЗК-4);
- 5) Здатність генерувати нові ідеї (ЗК-5);
- 6) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 7) Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-9);
- 8) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

(ЗК- 10);

9) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);

10) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (ФК-1);

11) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);

12) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);

13) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефахівців (ФК-6);

14) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);

15) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері математики (ФК-10).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати основні властивості броунівського руху, процесу Пуассона	Лекція	Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді	5%
РН 1.2	Знати методи моделювання броунівського руху, процесу Пуассона, розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь із броунівським шумом в R			10%
РН 1.3	Знати формулу Іто			20%
РН 2.1	Вміти розв'язувати стохастичні диференціальні рівняння із броунівським шумом	Лекція	Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	15%
РН 2.2	Вміти доводити існування та єдиність сильного та слабких розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь із броунівським шумом			15%
РН 2.3	Вміти оцінювати параметри в стохастичних моделях із броунівським рухом			10%
РН 2.4	Вміти теоретично обґрунтувати методи моделювання складного процесу Пуассона			15%

РН 3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	Лекція	активна робота практичних заняттях, усні відповіді	2.5%
РН 3.2	Вироблення навиків командної роботи	Лекція	активна робота практичних заняттях, усні відповіді	2.5%
РН4.1	Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	самостійна робота	перевірка завдань самостійної роботи	2.5%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	самостійна робота	перевірка завдань самостійної роботи	2.5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 3.1	РН 3.2	РН 4.1	РН 4.2
Програмні результати навчання													
ПРН-3-1 Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-3-2 Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
ПРН-3-3 Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
ПРН-3-4 Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+

б. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4. РН3.1, РН3.2, РН4.1, РН4.2 – 15 балів/9 балів;

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;

- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН4.1, РН4.2

- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною;

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту в кожному семестрі – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 5 завдань, перші три з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 7 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: на 6-му тижні навчального періоду.

2. Контрольна робота 2: на 12-му тижні навчального періоду.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Контр. модульна робота	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1 Моделювання розв'язків СДР із броунівським рухом”						
1	Властивості броунівського руху, інтеграл Іто, СДР із броунівським шумом. Теореми про існування сильного та слабого розв'язків. Теорема Гірсанова та її застосування.	6		15		
2	Застосування граничних теорем до моделювання процесу Леві за допомоги процесу Пуассона.	10		20	2	
Змістовий модуль 2 Моделювання розв'язків СДР із пуассонівським рухом.”						
1	Дослідження асимптотичної поведінки розв'язків СДР із вінерівським шумом. Оцінювання параметрів методом максимальної вирогідності.	8		20		
2	Моделювання розв'язків СДР із пуассонівським шумом	4		15	2	
Всього годин за I семестр		42		60	4	

ЗА НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ

**Загальний обсяг 150 годин, у тому числі:
лекції – 42годин,
самостійна робота—104 годин,
консультації – 4 години.**

Рекомендовані джерела

1. R. Schilling, L. Partzsch, B. Böttcher *Brownian Motion: An Introduction to Stochastic Processes* (De Gruyter Textbook). 2012.

2. Ph. Protter. Stochastic Integration and Differential Equations. Springer, 2008.
3. S. Iacus. Simulation and inference for stochastic processes. With R examples. Springer, 2008.- 300с.
4. S. Asmusses, P. Glynn. Stochastic simulation. Algorithms and analysis. Springer, 2007, 488с.
5. N. Privault. Notes on stochastic finance. Lecture notes (https://personal.ntu.edu.sg/nprivault/MA5182/stochastic_finance.pdf) 2021
6. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – Киев, Выща школа, 1988. – 439 с.

Додаткові:

1. Турчин В.М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі. – Дніпропетровськ, Видавництво ДНУ, 2006. – 475 с.
2. Карташов М.В. Імовірність, процеси, статистика. – ВПЦ «Київський університет», 2007.- 494 с.