

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет
кафедра теорії ймовірностей,
статистики та актуарної математики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

« 01 » *серпня* 20*24* року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

Дифузійні процеси для студентів

галузь знань	11 математика та статистика
спеціальність	111 математика
освітня програма	математика
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	20 <i>24</i> /20 <i>25</i> <i>ll</i>
Семестр	3 магістратури
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: Борисенко Олександр Данилович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики.

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

КИЇВ-2024

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

Розробники²: Борисенко Олександр Данилович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики.



ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

(Мішура Ю.С.)

Протокол № 11 від «22» 03 2021 року

Схвалено науково - методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» 08 2021 року № 1

Голова науково-методичної комісії OL (проф. Олійник А.С.)

«31» 08 2021 року

² Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Дифузійні процеси» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» у галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньої програми «математика».

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається у 3 семестрі магістратури в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS¹), в тому числі 28 годин лекцій, 2 години консультацій та 60 години самостійної роботи. У курсі передбачено 1 змістовний модуль та 1 модульна контрольна робота. Завершується дисципліна – заліком.

1. Мета дисципліни - вивчення студентами теорії дифузійних процесів, зокрема вивчення теорії стохастичного диференціального і інтегрального числення, теорії стохастичних диференціальних рівнянь та їх застосувань.

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

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Дифузійні процеси» включає в себе теорію стохастичних диференціальних рівнянь, зв'язок дифузійних процесів і розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь, зв'язок стохастичних диференціальних рівнянь і рівнянь у частинних похідних, асимптотичну поведінку розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь.

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);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 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 (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 нефаківців (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 (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			
РН- 1.1	Знати теорію стохастичного інтегралу Іто	<i>Лекція</i>	<i>Залік, письмова модульна контрольна робота, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи</i>	5%
РН-1.2	Знати теореми існування і єдиності розв'язку стохастичного диференціального рівняння			5%
РН- 1.3	Знати залежність розв'язку стохастичного диференціального рівняння від початкових даних			10%
РН- 1.4	Знати зв'язок розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь і дифузійних процесів			10%
РН- 1.5	Знати обернене і пряме рівняння Колмогорова, рівняння Колмогорова для щільності ймовірності переходу			10%

PH- 2.1	Вміти сформулювати умови теореми існування і єдиності розв'язку стохастичного диференціального рівняння	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота (60% правильних відповідей), залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	15%
PH- 2.2	Вміти сформулювати і довести теорему про локальну залежність розв'язку стохастичного диференціального рівняння від коефіцієнтів.			15%
PH- 2.3	Вміти вивести рівняння Колмогорова для щільності ймовірності переходу дифузійного процесу			15%
PH- 3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			7.5%
PH- 3.2	Вироблення навиків командної роботи			7.5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	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 3.1	РН 3.2
Програмні результати навчання (назва)										
знання										
ПРН-З-1 - Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-З-2 - Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-З-3 - Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-З-4 - Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
уміння										
ПРН-У-1 - Уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-У-2 - Читати і розуміти фундаментальні розділи математичної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

аргументованій усній та/або письмовій доповіді										
ПРН-У-3 - Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-У-8 - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-У-10 - Усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-У-11 - Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-У-12 - Дотримуватися норм етичної поведінки стосовно інших людей, адаптуватися та комунікувати	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* РН1.1,РН1.2,РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2 – 18 балів/11 балів;
 2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 21 балів/12 балів;
 3. *Контрольна робота 1:* РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 21 балів/12 балів;
- Разом має бути 60/35*

підсумкове оцінювання (у формі іспиту/заліку): форма заліку – письмово-усна.

Білет заліку містить 3 теоретичні питання - 0-5 балів за кожне, 2 задачі –0-10 балів за кожну. Усна відповідь – 0-5 балів

Всього – максимум 40 балів

- *результати навчання, які будуть оцінюватись:* РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3.

- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

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>.

7.2. Організація оцінювання (*обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтованого графіку оцінювання*):

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМ1</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	23	39
Модульна контрольна робота 1	12	21

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	листопад
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	початок грудня
Добір балів/додаткова контрольна робота/доскладання домашніх завдань	грудень
залік	перша половина грудня

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль 1	іспит / залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	35	25	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%

Незадовільно / Fail	0-59%
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
<i>Змістовий модуль. Дифузійні процеси</i>				
1	Інтеграл Іто та його властивості	4		10
2	Теорема існування та єдиності розв'язку стохастичного диференціального рівняння	6		10
3	Стохастичні диференціальні рівняння залежні від параметру	4		10
4	Дифузійні процеси і їх зв'язок із стохастичними диференціальними рівняннями	2		10
5	Пряме і обернене рівняння Колмогорова	4		10
6	Однорідні за часом розв'язки стохастичних диференціальних рівнянь та їх асимптотична поведінка	4		10
	<i>Модульна контрольна робота</i>	2		
	ВСЬОГО	28		60

Загальний обсяг **90 год**, в тому числі:

Лекцій – **28 год**.

Самостійна робота – **60 год**.

Консультації і мкр – **2 год**.

9. Рекомендовані джерела:

Основні: (Базові)

1. С. Ватанабе, Н. Икеда. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы. М.: Мир. 1984.
2. І.І. Гіхман, А.В. Скороход. Стохастичні диференціальні рівняння. «Наукова думка», Київ, 1968.
3. І.І. Гіхман, А.В. Скороход. Стохастичні диференціальні рівняння та їх застосування. «Наукова думка», Київ, 1982.
4. Б.Оксендал. Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения. М.: Мир. 2003.
5. L. C. Evans. An Introduction to Stochastic Differential Equations. University of California, Berkeley, CA. 2013
6. A. Friedman. Stochastic Differential Equations and Applications. V.1. Academic Press, 1975.

Додаткові:

1. J. R. Movellan Tutorial on Stochastic Differential Equations, MPLab Tutorials 2011.
2. M. Reiß. Stochastic Differential Equations. Lecture notes for courses given at Humboldt University, Berlin and University of Heidelberg, Institute of Applied Mathematics, University of Heidelberg. 2007.
3. R.L.Schilling, L. Partzsch. Brownian motion: an introduction to stochastic processes. De Gruyter, Berlin, 2012.