

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної математики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
навчальної роботи
Харитонов О.М.

« 31 » серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні проблеми стохастичного аналізу та інваріантні множини стохастичних диференціальних рівнянь. Науковий семінар з математичного моделювання
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	111 «Математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітньо-наукова програма	«Математика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020 / 2021
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	7
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: Дороговцев А. А., д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу Інституту математики НАН України, Ільченко О.В., к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри загальної математики

Пролонговано: на 2021 / 2022 н.р. () « 31 » серпня 2021 р.
на 20 / 20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробники: Станжицький О.М., д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри загальної математики,
Ільченко О.В., к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри загальної математики



ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри загальної математики
_____ Станжицький О.М.
(підпис)

Протокол № 1 від 28.09.2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" *серпня* 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____

д.ф.-м.н. Олійник А.С.

1. Метою дисципліни є ознайомлення студентів із сучасними методами стохастичного аналізу та їх застосування до побудови та дослідження математичних моделей природознавства, що враховують вплив випадкових факторів, а також сприяння розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни

- 1. Знати:** основні поняття та факти теорії диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та випадкових процесів, а також основні прийоми та методи математичного моделювання.
- 2. Вміти:** активно використовувати та творчо застосовувати знання, отримані у процесі вивчення курсу «Математичні моделі в природознавстві» до побудови та аналізу стохастичних математичних моделей. Перевіряти адекватність математичних моделей.
- 3. Володіти елементарними навичками:** створення та дослідження математичних моделей, перевірки адекватності моделі оригіналу, застосування теорію ймовірностей та стохастичний аналіз до дослідження моделей, що враховують вплив випадкових чинників

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Сучасні проблеми стохастичного аналізу та інваріантні множини стохастичних диференціальних рівнянь. Науковий семінар з математичного моделювання» 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 у **3 семестрі 2 курсу** в обсязі **210 год.** (*7 кредитів ECTS¹*) зокрема: *лекції – всього 42 год., семінарських занять- 14 год., самостійна робота – 150 год, консультації 4 год..* У курсі передбачено *2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи.* Завершується дисципліна **заліком.**

4. Завдання (навчальні цілі): підготувати студентів до використання існуючих моделей реальних процесів, що зазнають випадкових впливів при розв'язуванні прикладних та теоретичних задач, а також сприяння розвитку логічного та аналітичного мислення студентів, набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, 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 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.

Табл.1

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			
РН1.1	Основні поняття стохастичного аналізу	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Активна робота на лекціях виконання завдань для самостійної роботи</i>	7%
РН1.2	Основні поняття теорії стохастичних диференціальних рівнянь			8%
РН1.3	Основні підходи до створення стохастичних моделей			7%
РН1.4	Якісні методи дослідження моделей стохастичних систем			7%
РН1.5	Теорію інваріантних множин стохастичних систем			8%
РН1.6	Основні властивості вінерівського та пуасонового процесів			8%
РН1.7	Основні методи асимптотичного аналізу стохастичних процесів			8%
РН1.8	Методи статистичного аналізу стохастичних моделей			7%
РН2.1	Уміти створювати стохастичні			

	математичні моделі реальних процесів із застосуванням законів природи	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>на лекціях виконання завдань для самостійної роботи</i>	
PH2.2.	Уміти досліджувати стохастичні диференціальні рівняння, що є математичними моделями процесів із урахуванням випадкових чинників	<i>Лекційні заняття, практичні заняття</i>	<i>Контрольна робота №1 (60% правильних відповідей), активна робота на лекціях,</i>	6%
PH2.3.	Уміти перевіряти адекватність математичних моделей до оригіналу	<i>Лекційні заняття, практичні заняття</i>	<i>виконання завдань для самостійної роботи</i>	7%
PH3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Контрольна робота №1 (60% правильних відповідей),</i>	2,5%
PH3.2	Вироблення навиків командної роботи	<i>Лекційні заняття,</i>		2,5%
PH4.1	Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	<i>самостійна робота</i>	<i>усна відповідь, самостійна письмова робота</i>	5%
PH4.2	Демонстрація авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.	<i>самостійна робота</i>	<i>усна відповідь, дискусії, самостійна письмова робота</i>	5%
PH4.3	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Контрольна робота №2 (60% правильних відповідей),</i>	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Табл.2

Результати навчання	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 1	Р Н 2	Р Н 2	Р Н 2	Р Н 3	Р Н 3	Р Н 4	Р Н 4	Р Н 4
Програмні результати навчання	· 1	· 2	· 3	· 4	· 5	· 6	· 7	· 8	· 1	· 2	· 3	· 1	· 2	· 1	· 2	· 3
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 принципами функціонування природничих процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
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 ви-			+			+	+		+		+	+	+	+	+	+

сновки 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 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 лекційних заняттях: РН1.1 – РН1.8, РН 2.1-РН2.3, РН 3.1,3.2, РН 4.1-4.3– 15 балів/9 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН 2.3, РН 4.1-4.3 – 15 балів/8 балів;
 3. Контрольна робота 1: РН1.1-РН1.4, РН2.1, РН 4.1-4.3 – 15 балів/9 балів;
 4. Контрольна робота 2: РН1.5-РН1.8, РН2.2, РН2.3, РН 4.1-4.3 – 15 балів/9 балів;
- Разом має бути 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1 – РН1.8, РН 2.1-РН2.3 РН 4.1-4.3 форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає успішне проходження опитувань, що проводяться на лекціях, семінарських заняттях, відповіді на запитання лектора в ході пояснення матеріалу. Самостійна робота передбачає самостійне опрацювання літератури на предмет теоретичного матеріалу, розв'язування задач, що не розв'язувались на лекційних та семінарських заняттях, розв'язування вправ, що задаються викладачем на лекціях і семінарських заняттях.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом навчання набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж навчання та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання заліку не допускаються.

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 заліку – письмова. Екзаменаційний білет складається із 4 задач. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до отриманих під час навчання – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 6-му тижні 3 семестру.
2. Модульна контрольна робота №2: на 12-му тижні 3 семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1, РН2.2 на 6 тижні, за РН2.3 на 12 тижні 3 семестру.

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. Основи стохастичного аналізу						

1	Вінерівський процес	3		1		
2	Конструкція стохастичного інтеграла	5		1		
3	Стохастичне диференціальне рівняння	4		2		
4	Асимптотичний аналіз розв'язків стохастичних рівнянь.	4		2		
	Інваріантні множини та стійкість	4		2		
4	Основні поняття стохастичного числення Маллявена	4		2	2	
Змістовий модуль 2						
Стохастичні математичні моделі						
5	Стохастична модель економічного росту	2		1		
6	Моделі страхових ринків	4		1		
7	Моделі фінансових ринків	4		1		
8	Стохастичні популяційні моделі.	4		1		
9	Біжучі хвили. Стохастичне рівняння Бюргера	4			2	
Всього годин		42		60	4	

Загальний обсяг 210 год., у тому числі:

Лекцій – 42 год.

Семінарських занять – 14 год

Консультацій – 4 год.

Самостійної роботи – 150 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. А.А. Самарский, А.П. Михайлов Математическое моделирование. М., 2001, 318 стр.
2. А.М. Самойленко, К.К. Кенжебаев, О.М. Станжицький, Є.Ю. Таран Математичне моделювання, КИЇВ НАУКОВА ДУМКА, 2015, 328 стр.
3. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. – М.: Наука, 1977. – 567 с.

4. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения. Киев: Наукова думка, 1968. – 354 с
5. П.С. Краснощеков, А.А. Петров Принципы построения моделей. М, 1983, 263 стр.
6. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. – М.: Наука, 1978.
7. Gardiner, C. W. Handbook of Stochastic Methods / C. W. Gardiner. New York : Springer, 1996.
8. Ватанабэ, С. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы / С. Ватанабэ, Н. Икэда. — М. : Наука, 1986

Додаткові:

9. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. В 2-х томах. – М. : Фазис, 1998. – 489.с.
10. Хасьминский, Р. З. Устойчивость систем дифференциальных уравнений при случайных возмущениях их параметров / Р. З. Хасьминский. — М. : Наука, 1969. — 370 Р.
11. Duan, J. An Introduction to Stochastic Dynamics / J. Duan. — Cambridge University Press, 2015. — 312 P
12. Маллиавен, Пол и Талмайер, Антон. Стохастическое исчисление вариаций в математических финансах, Springer 2005, ISBN3-540-43431-3