

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ Кафедра загальної математики



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

« 07 » серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне моделювання складних процесів природознавства 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	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

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

Пролонговано: на 2021 / 2022 н.р.
на 20 / 20 н.р.

Харитонов О.М. « 07 » серпня 2021 р.
() « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Станжицький О.М., д.ф.-м.н., професор, завідувач 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 основними математичними моделями оточуючого світу, оволодіння навичками їх побудови та дослідження, 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, основні закони класичної механіки та теоретичної фізики, а також основні прийоми математичного моделювання.

2. Вміти: активно використовувати та творчо застосовувати знання, отримані у процесі вивчення курсу «Математичні моделі в природознавстві» до побудови та аналізу математичних моделей складних процесів. Перевіряти адекватність математичних моделей.

3. Володіти елементарними навичками: створення та дослідження математичних моделей, перевірки адекватності моделі оригіналу, застосування теорії подібності та розмірності до дослідження моделей.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Математичні моделі в природознавстві» 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 **90 год.** (*3 кредити ECTS¹*) зокрема: *лекції – всього 28 год., самостійна робота – 60 год, консультації 2 год.* У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **іспитом.**

4. Завдання (навчальні цілі): підготувати студентів до використання існуючих моделей реальних процесів 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);
- 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);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 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 моделі механічних процесів.	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Активна робота на лекціях виконання завдань для самостійної роботи</i>	7%
РН1.2	Моделі самоорганізації біологічних процесів			8%
РН1.3	Основні підходи до створення моделей квантової механіки			7%
РН1.4	Рівняння Шрьодінгера			7%
РН1.5	Теорему Белла			8%
РН1.6	Принцип невизначеності Гейзенберга			8%
РН1.7	Базові моделі нелінійних процесів із запізненням			8%
РН1.8	Найпростіші моделі розповсюдження хвиль			7%
РН2.1	Уміти складати математичні моделі реальних процесів із застосуванням законів природи	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>активна робота на лекціях виконання завдань для самостійної роботи</i>	7%
РН2.2.	Уміти досліджувати математичні моделі в тому	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Контрольна робота №1 (60%</i>	

	числі із застосуванням наближених методів та програмних продуктів		<i>правильних відповідей), активна робота на лекціях, виконання завдань для самостійної роботи</i>	6%
PH2.3.	Уміти перевіряти адекватність математичних моделей до оригіналу	<i>Лекційні заняття,</i>		7%
PH3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>Лекційні заняття,</i>	<i>Контрольна робота №2 (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, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна добросесність, 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 · 1	Р Н 1 · 2	Р Н 1 · 3	Р Н 1 · 4	Р Н 1 · 5	Р Н 1 · 6	Р Н 1 · 7	Р Н 1 · 8	Р Н 2 · 1	Р Н 2 · 2	Р Н 2 · 3	Р Н 3 · 1	Р Н 3 · 2	Р Н 4 · 1	Р Н 4 · 2	Р Н 4 · 3
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 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 - Донести 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 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 – 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;

- 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, 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 заняттях, розв'язування вправ, що задаються викладачем на лекціях

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 іспиту 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 іспиту – письмова. Екзаменаційний білет складається із 4 задач. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит 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. Моделі біологічних процесів						
1	Модель Брюсселятора.	2		14		
2	Модель темнових процесів фотосинтезу	2		9		
3	Застосування теорії біфуркацій Хопфа до дослідження самоорганізації у біологічних моделях	4		10	2	
4	Математичні моделі із застосуванням функціонально-диференціальних рівнянь	4				
Змістовий модуль 2 Моделі квантової механіки та хвильові процеси						
5	Основні поняття та принципи квантової (хвильової) механіки	2		6		
6	Рівняння Шрьодінгера	4		6		
7	Матричний підхід до моделювання квантово-механічних процесів	2		5		
8	Адекватність мате-	4		5	2	

	матичних моделей квантової механіки. Теорема Белла					
9	Біжучі хвилі. Рівняння Бюргерса	4		5		
	Всього годин	28		60	4	

Загальний обсяг 90 год., у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 60 год.

9. Рекомендовані джерела



Основні:

1. А.А. Самарский, А.П. Михайлов Математическое моделирование. М., 2001, 318 стр.
2. А.М. Самойленко, К.К. Кенжебаєв, О.М. Станжицький, Є.Ю. Таран Математичне моделювання, КИЇВ НАУКОВА ДУМКА, 2015, 328 стр.
3. П.С. Краснощеков, А.А. Петров Принципы построения моделей. М, 1983, 263 стр.
4. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. – М.: Наука, 1978.

Додаткові:

5. П. А. Головинский Теоретическая физика и анализ сложных систем
6. Д. Хейл Функционально-дифференциальные уравнения, М. «Мир», 1984, 421 стр.
7. Эльсгольц Л. Э., Норкии С. Б. Введение в теорию и приложения дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. — Изд. 2-е, М.: На-Наука, 1971.
8. Bell J.S. On the Einstein–Podolsky–Rosen paradox // Physics 1, 195 (1964).
9. A. Aspect. Bell’s theorem: the naive view of an experimentalist// Springer. – 2002.
10. Эрроусмит Д., Плейс. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. – М.: Мир. – 1986.
11. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики, т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 2006, 752 с.