

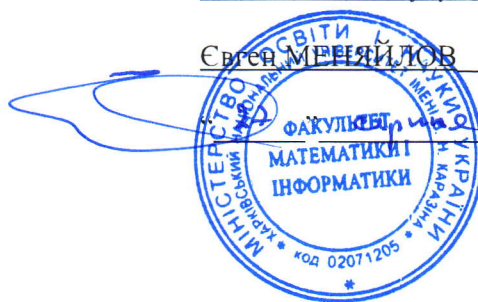
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету
математики і інформатики _____

Євген МЕНЯЙЛОВ _____

2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи і підходи прикладної математики

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ третій (освітньо-науковий) _____

галузь знань _____ F Інформаційні технології _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ F1 Прикладна математика _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ Прикладна математика _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ математики і інформатики _____

2025 / 2026 навчальний рік

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасні методи і підходи прикладної математики» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії спеціальності F1 - Прикладна математика спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні методи і підходи прикладної математики» є надання теоретичних знань і практичних навичок у формулюванні і розв'язанні різних типів прикладних задач, які виникають у різноманітних галузях науки, промисловості і сучасних технологіях.

1.2. Основні завдання дисципліни «Сучасні методи і підходи прикладної математики» є вивчення основних методів і підходів до розв'язання прикладних задач, математичних формулювань задач у операторному вигляді, граничних умов точних, напіваналітичних і чисельних методів розв'язання задач, методів аналізу і візуалізації результатів аналітичних і чисельних розв'язків для подальшого практичного використання у відповідних галузях науки, виробництва, сільського господарства і сучасних технологіях.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин* 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
32год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
116 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	

** у разі формування малочисельних груп обсяг аудиторного навчального навантаження, відведеного на вивчення навчальної дисципліни, зменшується відповідно до Положення про планування й звітування науково-педагогічних працівників Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.*

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна.

ІК1. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності у сфері прикладної математики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, володіння системним науковим світоглядом, професійною етикою та загальним культурним кругозором.

ЗК2. Здатність спілкуватися іноземною мовою в обсязі, достатньому для вільного представлення своїх досліджень і повного розуміння іншомовних наукових текстів з прикладної математики.

ЗК3. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні, уміння представити свої наукові результати усно і письмово.

ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та критичного аналізу інформації з різних джерел, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності.

ЗК7. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ФК1. Знання та розуміння фундаментальних математичних теорій та здатність використовувати їх у теоретичних дослідженнях та при розв'язанні прикладних задач.

ФК2. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у галузі прикладної математики.

ФК3. Здатність формулювати та доводити нові теоретичні твердження та досліджувати можливості їх застосування для розв'язання теоретичних та прикладних задач.

ФК4. Здатність створювати нові математичні моделі систем і процесів, удосконалювати і узагальнювати їх на основі аналізу відповідних даних

ФК6. Здатність орієнтуватися в нових наукових напрямках в галузі прикладної математики, новітніх розробках і досягненнях.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна.

РН1. Демонструвати системність наукового світогляду та загального культурного кругозору, дотримуватись професійної етики.

РН2. Опанування іноземної мови в обсязі, достатньому для представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи іноземною мовою в усній та письмовій формі, а також для повного розуміння іншомовних наукових текстів з прикладної математики.

РН3. Знати та критично оцінювати теорії, положення та концептуальні підходи до вирішення комплексних наукових і практичних завдань.

РН4. Вміти здійснювати науково-технічний пошук у сучасних джерелах інформації, аналізувати і співвідносити результати з різних джерел, орієнтуватися у новітніх наукових напрямках і їх застосуваннях.

РН5. Володіти основними положеннями та методами фундаментальних математичних теорій та вміти застосовувати їх для розв'язання теоретичних і прикладних задач.

РН6. Вміти розробляти і вдосконалювати алгоритми, реалізовувати їх за допомогою відповідного програмного забезпечення і аналізувати отримані результати.

РН7. Вміти ставити нові проблеми, формулювати та доводити нові теоретичні твердження та досліджувати можливості їх застосування для розв'язання теоретичних та прикладних задач.

1.8. Пререквізити: знання з математичного аналізу, алгебри, геометрії, диференціальних рівнянь, чисельних методів, методів оптимізації, математичної статистики, отримані на попередніх рівнях освіти

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичні основи моделювання фізичних систем.

Тема 1. Типи задач прикладної математики і відповідні математичні моделі. Задачі індустріальної і фінансової математики. Логістика. Задачі фізики, біофізики і фізичної хімії. Класи задач, системи рівнянь і крайові умови.

Тема 2. Основні математичні методи розв'язання задач і аналізу їх властивостей. Аналітичні, напіваналітичні, асимптотичні методи. Чисельні методи. Методи прямого моделювання.

Тема 3. Статистичний аналіз даних і формулювання гіпотез. Аналіз загальної статистики. Дискримінантний, кореляційний, кластерний аналіз. Методи розпізнавання і класифікації. Спектральний, фрактальний і вейвлет-аналіз.

Тема 4. Методи молекулярної динаміки і молекулярних ґрат. Теорія, алгоритми, програмний код і приклади використання методу динаміки частинок (молекулярної динаміки) для розв'язання різних типів прикладних задач.

Розділ 2. Прикладні задачі в сучасних технологіях.

Тема 5. Індустріальна математика і задачі оптимізації. Основні визначення, статистичні дані, аналіз закономірностей, математичні моделі, задачі оптимізації на мережах.

Тема 6. Математичні моделі в біології і медицині. Моделі біологічних структур як динамічних систем. Моделі оптимального керування процесом лікування захворювання. Обробка даних. Часові ряди. Медичні зображення. Цифрові близнюки і штучний інтелект в біології і медицині.

Тема 7. Математична епідеміологія. Історія та еволюція математичних методів і моделей. Пандемія covid-19. Аналіз часових рядів. Кореляційний і кластерний аналіз. Детерміністичні і ймовірнісні моделі.

Тема 8. Математичні моделі в геофізиці і екології. Аналіз геофізичної і екологічної інформації. Математичні моделі перенесення забруднень в повітрі, поверхневих і підземних водах, і в ґрунтах. Моделі теорії ігор. Штучний інтелект.

Тема 9. Математичні моделі і цифрові технології в сучасних прикладних дослідженнях. Моделі мікро- і нанофлюїдики. Лабораторії на чипі. Цифрові близнюки/цифрові тіні. Глибоке машинне навчання і штучний інтелект в сучасних прикладних науках.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Математичні основи моделювання фізичних систем												
Тема 1. Типи задач прикладної математики і відповідні математичні моделі	17	3	3			11						

Тема 2. Основні математичні методи розв'язання задач і аналізу їх властивостей	17	3	3			11						
Тема 3. Статистичний аналіз даних і формулювання гіпотез	18	3	3			12						
Тема 4. Стохастичні моделі у моделюванні	20	4	4			12						
Тема 5. Методи оптимізації	18	3	3			12						
Разом за розділом 1	90	16	16			58						
Розділ 2. Моделювання у різних галузях наук і сучасних технологіях												
Тема 6. Індустріальна математика і задачі оптимізації	22	4	4			14						
Тема 7. Математична епідеміологія	22	4	4			14						
Тема 8. Математичні моделі в геофізиці і екології	23	4	4			15						
Тема 9. Математичні моделі і цифрові технології в сучасних прикладних дослідженнях	23	4	4			15						
Разом за розділом 2	90	16	16			58						
Усього годин	180	32	32			116						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Задачі прикладної математики і відповідні математичні моделі	3
2	Використання аналітичних перетворень і чисельних методів розв'язання систем алгебраїчних і диференціальних рівнянь	3
3	Використання класичних і сучасних методів статистичного аналізу даних	3
4	Метод динаміки частинок і його програмні реалізації.	3
5	Візуалізація динамічних процесів в фізичних системах	3
6	Задачі математичної епідеміології	3
7	Моделювання динаміки складних біофізичних систем	3
8	Організація наукових досліджень в міждисциплінарних науках	3

	Разом	24
--	--------------	----

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Задачі багатокритеріальної оптимізації динамічних систем	22
2	Моделювання динаміки пандемії covid-19	25
3	Статистичний аналіз даних і моделювання біологічних систем	25
4	Статистичний аналіз даних і моделювання екологічних систем	22
5	Статистичний аналіз даних і моделювання нанорозмірних систем	22
	Разом	116

6. Індивідуальні завдання Не передбачені

7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий і дослідницький методи роботи. Здобувачі освіти опановують значну частину теоретичного матеріалу шляхом самостійного розв'язання прикладних задач з різних галузей сучасної науки. Протягом семестру виконується підсумковий проєкт, тема якого близька до теми дисертації, а результати підсумовують усі теми курсу.

8. Методи контролю

1. Онлайн дискусія за матеріалами кожної лекції, список питань для обговорення надається наприкінці кожної лекції;
2. Стисле опитування за матеріалами попередньої лекції;
3. Перевірка виконання домашніх завдань;
4. Виконання практичних завдань на відкритих онлайн-дошках;
5. Проведення іспиту.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Іспит	Сума
Розділ 1 (Т1-Т5)	Розділ 2 (Т6-Т9)	Презентація підсумкового проєкту	Разом		
15	15	30	60	40	100

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи і підсумкового проєкту.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Поточний контроль відбувається шляхом стислого опитування і перевірки виконання практичних завдань, за що нараховуються бали, максимальна кількість яких складає 30.

Для виконання проєкту здобувачам освіти надається прикладна задача з обраної галузі, яка входить до тем лекцій. За підсумковий проєкт можна отримати до 30 балів за такими критеріями:

0-7 балів – Було проведено аналіз завдання та запропоновано математичну модель прикладної задачі, однак практичної реалізації результату отримано не було.

8-15 балів – Було проведено аналіз завдання та запропоновано математичну модель прикладної задачі. Був використаний метод розв’язання задачі (напіваналітичний або чисельний).

16-24 балів – Було проведено аналіз завдання, статистичний аналіз даних для прикладної задачі, на базі чого була запропонована математична модель задачі і був розроблений програмний код для проведення розрахунків. Код був протестований на спрощеній постановці задачі.

25-30 балів – Було проведено аналіз завдання, статистичний аналіз даних для прикладної задачі, на базі чого були запропоновані кілька (2-3) математичних моделей задачі і був розроблений програмний код для проведення розрахунків. Код був протестований на спрощеній постановці задачі и використаний для розв’язання прикладної задачі з різними параметрами.

Іспит передбачає письмову відповідь на два теоретичних питання зі списку, який надається здобувачам освіти заздалегідь. Кожне теоретичне завдання оцінюється максимально 20 балами за такими критеріями:

- максимальний бал у разі правильно обґрунтованої відповіді;
- за незначні помилки оцінка зменшується на 10-30 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 40-60 відсотків, якщо хід міркувань в цілому правильний;
- за суттєві помилки оцінка зменшується до 70-90 відсотків,
- якщо відповідь не відповідає жодному з критеріїв – виставляється 0 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за чотирирівневою шкалою оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Кізілова Н.М. Метод динаміки частинок в математичному моделюванні динамічних систем. Методичні рекомендації для студентів другого курсу другого (магістерського) рівню вищої освіти зі спеціальності «Прикладна математика». Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна. - 2023. - 108с.
2. Кізілова Н.М. Метод скінченних елементів в розв’язанні прикладних задач механіки рідини з AnSysRluent 2021R1. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. 2021. – 80 с.
3. Kizilova N.N. “Applied problems of microfluidics and nanofluidics.” Методичні рекомендації до практичних занять з курсу «Наномеханіка та сучасні нанотехнології» для студентів спеціальності «Прикладна математика». Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2020. - 36с.
4. Кізілова Н.М. «Прикладні задачі сучасної мікрофлюїдики і нанофлюїдики.» Методичні рекомендації до практичних занять з курсу «Наномеханіка та сучасні нанотехнології» для студентів спеціальності «Прикладна математика». Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2020. - 36с.

5. Kizilova N.N., Solovjova H.N. "Rheology of materials." Методичні рекомендації до практичних занять з курсу «Основи реології» для студентів спеціальності «Прикладна математика». Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2020. - 52с.
6. Кізілова Н.М. «Метод скінченних елементів у розв'язанні задач механіки рідини і газу.» Методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи з курсу «Чисельні методи механіки суцільних середовищ» для студентів спеціальності «Прикладна математика». Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2020. - 64с.
7. Кізілова Н.М., Ромашов Ю.В. Розв'язання внутрішніх та зовнішніх задач обтікання. Методичні рекомендації. – Харків. – 2017. – 48 с.
8. Zhang Y. Digital Twin: Architectures, Networks, and Applications. Springer. 2024. Open access <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-51819-5>

Допоміжна література

1. Logan J.D. Applied Mathematics. JohnWiley&Sons, Inc. 2013.
2. Mauch S. Introduction to Methods of Applied Mathematics or Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers. 2004.
3. Meyer E., Overney R.M., Dransfeld K., Gyalog T. Nanoscience. World Scientific Publ., 1998. – 373p.
4. Karniadakis G.E.M., Beskok A. Microflows. SpringerVerlag.- 2002. – 340p.
5. Kizilova N. Biomimetic composites reinforced by branched nanofibers. Nanoplasmonics, Nano-Optics, Nanocomposites, and Surface Studies. Springer Proceedings in Physics, Vol.167. O. Fesenko and L. Yatsenko, (Eds.). – 2015. – P. 7–23.
6. Cherevko V., Kizilova N. Complex flows of immiscible microfluids and nanofluids with velocity slip boundary conditions. Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications, Springer Proceedings in Physics, vol. 183, O. Fesenko, L. Yatsenko (eds.). – 2017. – P. 207–230.
7. http://www.wright.edu/~chaocheng.huang/lecture/mth4820/text/Caltech_applied_math.pdf

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Examples for Applied Mathematics
<https://www.wolframalpha.com/examples/mathematics/applied-mathematics>
2. WOLFRAM Demonstrations Project in Applied Mathematics
<https://demonstrations.wolfram.com/>
3. PhNET interactive simulations project. University of Colorado <https://phet.colorado.edu/>
4. Virtual Labproject <https://thevirtulab.com/>
5. Applied Mathematics Problems and Solutions
<https://www.mccormick.northwestern.edu/applied-math/research/areas/>