

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
математики і інформатики



Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

“29” “08” 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Математичне та комп'ютерне моделювання у природничих  
та соціально-економічних науках

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 01 – Освіта/Педагогіка

спеціальність 014.04 – Середня освіта (Математика)

освітня програма Математика та інформатика

спеціалізація \_\_\_\_\_

вид дисципліни обов'язкова

факультет математики і інформатики

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики  
 “29” серпня 2023 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: *Духопельников Сергій Володимирович*, кандидат тех. наук,  
 старший дослідник, доцент кафедри прикладної математики.


Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики  
 Протокол від “28” серпня 2023 року №10

Завідувач кафедри Прикладної математики

  
 (підпис) Валерій КОРОБОВ  
 (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної  
 групи) 014.04 Математика та інформатика  
 назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми  
 (керівник проектної групи) Математика та інформатика

  
 (підпис) Ірина ЖОВТОНІЖКО  
 (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики  
 і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна  
 назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “29” серпня 2023 року, протокол №1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

  
 (підпис) Ольга АНОЩЕНКО  
 (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ **Математичне та комп’ютерне моделювання у природничих та соціально-економічних науках** ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

магістр

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напрямку) 014.04 Математика та інформатика

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. *Метою викладання* навчальної дисципліни є надання знань про методи побудови математичних моделей задач механіки, фізики, біології та вирішення їх за допомогою наближених чисельних методів.

1.2. *Основними завданнями* вивчення дисципліни є: навчання студентів використовувати сучасний математичний апарат математичного моделювання до задач біології, економіки, хімії та фізики, та застосуванню цих методів для розв’язання різноманітних задач теоретичного та практичного характеру в професійній діяльності.

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов’язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
32 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	10 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	100 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

#### **ОПП**

**ІК 01.** Здатність розв’язувати складні комплексні задачі та практичні проблеми в галузі освіти та інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

**ЗК 05.** Здатність здійснювати перетворення даних з різних джерел за допомогою інформаційних процесів.

**ЗК 06.** Здатність доцільно використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

**ЗК 14.** Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ФК 01.** Здатність ефективно працювати в областях педагогіки, психології, математики та інформатики.

**ФК 03.** Наявність системи наукових знань із дисциплін фундаментальної та професійної підготовки, здатність до її застосування на практиці.

**ФК 12.** Здатність застосовувати методи навчання, методичні прийоми, технології навчання, сучасні технології розвитку критичного мислення, мобільного навчання, компетентнісно-орієнтовані технології навчання з метою формування в учнів ключових компетентностей для життя.

**ФК 15.** Здатність розуміти міркування та виокремлювати ланцюги міркувань у доведеннях, а також розташовувати їх у логічній послідовності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких *програмних результатів навчання*:

**ПРН 01.** Планувати педагогічну діяльність, визначати і розв'язувати складні задачі пов'язані з професійною діяльністю.

**ПРН 04.** Застосовувати базові знання математичного моделювання та математичних методів в освіті/педагогіці в обсязі, необхідному для використання у професійній діяльності, у проведенні досліджень, впровадженні інновацій.

**ПРН 06.** Створювати та застосовувати нові знання предметних галузей математики та інформатики з метою розв'язування складних задач та практичних проблем середньої та професійної освіти, що потребують досліджень та/або інновацій, демонстрації майстерності їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді, в інформаційно-комунікативних середовищах.

**ПРН 21.** Уміти аналізувати з наукової точки зору соціально-економічні, соціально-педагогічні проблеми та процеси, використовувати методи цих наук у різних видах професійної діяльності.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **Розділ 1** *Математичні моделі деяких біологічних та економічних задач.*

*Тема 1. Введення до предмету математичного та комп'ютерного моделювання.*

Основні означення. Класифікація моделей. Основні методи моделювання. Зв'язок з іншими математичними дисциплінами.

*Тема 2. Математичні моделі популяційної динаміки.*

Математичні моделі популяційної динаміки: експоненціального росту, логістичного росту. Фазові портрети та інтегральні криві.

*Тема 3. Математичні моделі економічного зростання*  
Кейнсіанський хрест, модель Леонт'єва.

*Тема 4. Лінійне програмування*

Графічні та аналітичні методи розв'язання елементарних задач лінійного програмування, транспортна задача.

### **Розділ 2** *Математичні моделі деяких задач фізики та хімії.*

*Тема 5. Математичні моделі основних задач фізики.*

Одновимірні рівняння коливань, переносу, теплопровідності.

*Тема 6. Різницеві рівняння.*

Різницеві рівняння, їх типи, способи розв'язання та властивості.

### Тема 7. Метод скінчених різниць

Поняття сітки у часовій та координатній області. Побудова дискретного розв'язку системи різницевих рівнянь. Різницеві схеми проти потоку та за потоком. Явні та неявні схеми. Дослідження апроксимації та стійкості розв'язків різницевих схем

### Тема 8. Метод скінчених елементів. Метод Гальоркіна.

Основні види методу скінчених елементів. Означення, приклади базисних функцій. Особливості застосування методу Гальоркіна до розв'язання граничних задач.

### Тема 9. Чисельне розв'язання деяких елементарних фізичних та хімічних процесів.

Математичний та фізичний маятник. Кінетичні рівняння. Математичні моделі хімічних реакцій. Приклади комп'ютерних програм для чисельного розв'язання

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усь ого	у тому числі					Усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Математичні моделі деяких біологічних та економічних задач.</b>												
<b>Тема 1.</b> Введення до предмету математичного та комп'ютерного моделювання.	4	2				2	4	2				2
<b>Тема 2.</b> Математичні моделі популяційної динаміки.	12	4	4			4	12		2			10
<b>Тема 3.</b> Математичні моделі економічного зростання	14	4	4			6	14		2			12
<b>Тема 4.</b> Лінійне програмування	14	2	4			8	12	2	2			8
<i>Контрольна робота</i>	2		2				4					4
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>14</b>			<b>20</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			<b>36</b>
<b>Розділ 2. Математичні моделі деяких задач фізики та хімії.</b>												
<b>Тема 5.</b> Математичні моделі основних задач фізики.	8	2	2			4	8					8
<b>Тема 6.</b> Різницеві рівняння.	10	2	2			6	10	2				8
<b>Тема 7.</b> Метод скінчених різниць	18	6	4			8	18	2	2			14
<b>Тема 8.</b> Метод скінчених елементів. Метод Гальоркіна.	12	4	2			6	12					12
<b>Тема 9.</b> Чисельне розв'язання деяких елементарних фізичних та хімічних процесів.	24	6	6			12	22	2	2			18
<i>Контрольна робота</i>	2		2				4					4
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>74</b>	<b>20</b>	<b>18</b>			<b>36</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>64</b>
<i>Разом за семестр</i>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>100</b>

## 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Математичні моделі популяційної динаміки.	2	
2	Фазові портрети та інтегральні криві.	2	
3	Кейнсіанський хрест	2	
4	Модель Леонтєва	2	
5	Елементарні задачі лінійного програмування	2	
6	Транспортна задача	2	
7	<i>Контрольна робота</i> на тему «Математичне моделювання в задачах біології та економіки»	2	
8	Математичні моделі у задачах переносу та теплопровідності	2	
9	Різницеві рівняння	2	
10	Різницеві схеми проти потоку та за потоком	2	
11	Явні та неявні схеми	2	
12	Метод Гальоркіна до розв'язання граничних задач	2	
13	Математичні моделі для математичного маятника	2	
14	Математичні моделі для фізичного маятника	2	
15	Математичні моделі хімічних реакцій	2	
16	<i>Контрольна робота</i> на тему «Математичне моделювання в задачах фізики та хімії»	2	
<b>Разом</b>		<b>32</b>	

## 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчити матеріали тем №1, №2 та виконати домашнє завдання з практичних занять №1, №2	6	12
2	Вивчити матеріали тем №3 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №3, №4.	6	12
3	Вивчити матеріали тем №4 та виконати домашнє завдання з практичних занять №5, №6	8	8
6	Виконати <i>Контрольну роботу</i> на тему «Математичне моделювання в задачах біології та економіки»		4
7	Вивчити матеріали тем №5 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №8	4	8
8	Вивчити матеріали тем №6 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №9	6	8
9	Вивчити матеріали тем №7 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №10, №11	8	14
10	Вивчити матеріали тем №8 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №12	6	12
11	Вивчити матеріали тем №9 та виконати домашнє завдання з практичного заняття №13, №14, №15	12	18
12	Виконати <i>Контрольну роботу</i> на тему «Математичне моделювання в задачах фізики та хімії»		4
<b>Разом</b>		<b>56</b>	<b>100</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачені робочим планом

## 7. Методи навчання

- лекції
- практичні заняття
- контрольні роботи

Лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. А у разі оголошення воєнного стану заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (дистанційно за допомогою платформи Zoom).

## 8. Методи контролю

- Опитування студентів на практичних заняттях, перевірка виконання домашніх завдань.
- Проведення і перевірка контрольних робіт.
- Підсумковий контроль у формі письмового іспиту та співбесіди.

## 9. Схема нарахування балів

### 10.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Іспит	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
T1–T4	T5–T9					
10	10	20	20	<b>60</b>	40	100

T1 – T9 – теми розділів.

## Шкала оцінювання: чотирирівнева

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

## Критерії оцінювання

**Поточний контроль:** бали нараховуються за виконання домашніх завдань і активність під час практичних занять.

**Контрольні роботи** оцінюються по 20 балів кожна.

**Екзаменаційна робота** складається з трьох завдань і передбачає письмову відповідь на два питання зі списку, який надається студентам заздалегідь, а також розв'язання однієї задачі.

Кожне теоретичне завдання оцінюється максимально 12 балами, задача – 16 балів.

По кожному завданню нараховується:

- максимальний бал у разі правильно обґрунтованої відповіді;
- за незначні та за арифметичні помилки оцінка зменшується до 10 відсотків;
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний,
- у разі частково вірних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів
- розв'язання не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище – виставляється 0 балів.

### Приклади оцінювання контрольних робіт

1) **Контрольна робота №1** «Математичне моделювання в задачах біології та економіки» **20 балів** по 10 балів за кожний пункт (один з варіантів):

Необхідно скласти план випуску двох видів продукції на чотирьох ділянках цеху, щоб отримати максимальний прибуток від здачі цієї продукції. При цьому накладаються наступні обмеження: час роботи на 1-й ділянці не перевищує 10 год., на 2-й – 6 год., на 3-й – 8 год. і на 4-й – 12 год. В таблиці указано час (в год.), що необхідний на виготовлення кожного із двох видів продукції на кожній ділянці. Нуль означає, що продукція на даній ділянці не випускається.

Продукція	Ділянки			
	1	2	3	4
I	2	1	2	0
II	1	1	0	2
Можливий час роботи ділянки, год.	10	6	8	12

Цеху нараховується прибуток 2 у.о. при реалізації одного виробу I виду і 5 у.о. при реалізації одного виробу II виду.

1. За допомогою програми Excel зробити аналітичний розрахунок задачі. (10 балів)
2. За допомогою програми Excel побудувати та проаналізувати графічний розрахунок. (10 балів)

2) **Контрольна робота №2** «Математичне моделювання в задачах фізики та хімії» **20 балів** по 5 балів за перший і другий пункт та 10 балів за третій пункт (один з варіантів):

1. Записати математичну модель задачі теплопровідності стрижня довжиною 1, якщо початкова температура завдана законом  $\sin(\pi x)$  та на кінцях стрижня підтримується постійна температура, що дорівнює 0 (5 балів);
2. Записати явну схему для побудованої математичної моделі з п.1. (5 балів);
3. Знайти порядок апроксимації та перевірити стійкість побудованої схеми (10 балів).



## 10. Рекомендована література

### Основна література

1. Задачин В. М. Чисельні методи : Навчальний посібник / Задачин В. М., Конюшенко І. Г. – Харків. Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.  
[http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/CHM\\_Zadachin.pdf](http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/CHM_Zadachin.pdf)
2. Л.О. Волонтир, чисельні методи: Навчальний посібник/ Л.О. Волонтир, Л.В.Зелінська, Н.А. Потапова, І.А. Чіков – Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с <http://repository.vsau.org/getfile.php/27703.pdf>
3. Різницеві рівняння : методичні вказівки для вивчення розділів математики / Укладач В.І. Урманчев. – Київ, 2018 . – 44 с.
4. Економіко-математичне моделювання процесів соціально-економічного розвитку України / О. С. Власюк. – К. : ДННУ “Акад. фін. управління”, 2011. –520 с
5. Вітлінський В. В. Моделювання економіки. Навчальний посібник. – К.:КНЕУ, 2003. – 408 с
6. Ляшенко І. М., Мукоєд А. П. Моделі біологічних та екологічних процесів. – К.: Вид-во КНУ, 2002.– 450 с

### Методичне забезпечення

1. Ванін В. А. Математичні моделі та чисельні методи в задачах механіки суцільного середовища : навч.-метод. посібник з курсу "Сучасні проблеми математичного та комп'ютерного моделювання" для студ. машинобудівних та енергетичних спец. / В. А. Ванін ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 209 с  
<https://repository.kpi.kharkov.ua/bitstreams/d6758a54-b9e4-468f-ae02-6bb318daf3b6/download>

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