

Київський університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор науково-методичної та
навчальної роботи

Олексій ЖИЛЬЦОВ
_____ 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп'ютерне моделювання систем і процесів

для студентів

спеціальності	<u>111 Математика</u>
освітнього рівня	<u>другого (магістерського)</u>
освітньої програми	111.00.02 Математичне моделювання



Київ – 2023

Розробник:

Машикіна Ірина Вікторівна кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

Викладачі:

Машикіна Ірина Вікторівна кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол від 23 серпня 2023 р. № 8

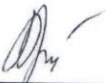
Завідувач кафедри

 Ірина МАШКІНА

Робочу програму погоджено з керівником освітньої програми 111.00.02 Математичне моделювання

23 . 08 . 2023 р.

Керівник освітньої програми

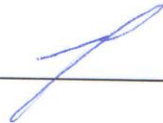

(підпис)

Володимир ПРОШКІН

Робочу програму перевірено

___ . ___ . 2023 р.

Заступник декана



Євген ІВАНЧЕНКО

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання
	денна
Вид дисципліни	обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Загальний обсяг кредитів / годин	4/120
Курс	1
Семестр	2
Кількість змістових модулів з розподілом:	3
Обсяг кредитів	4
Обсяг годин, в тому числі:	120
Аудиторні	32
Модульний контроль	8
Семестровий контроль	30
Самостійна робота	50
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання цієї дисципліни полягає в ознайомленні магістрів математиків з прийомами практичного застосування програмних систем, і побудови математичних моделей процесів і систем з їх використанням. Ознайомити студентів з основами комп'ютерного моделювання, необхідного для розв'язування теоретичних і практичних задач, розв'язання задач науково-дослідницького характеру.

Мета досягається через практичне оволодіння студентами розробкою, дослідженням та модифікацією математичних моделей, розуміння принципів функціонування комп'ютеризованих моделей, а також методів комп'ютерного моделювання процесів та систем. Завдання:

- отримати знання, уміння і набути навички, необхідні для навчання природно-наукових дисциплін і дослідницької діяльності;
- оволодіти методами та технологією побудови комп'ютерних моделей процесів і систем;
- оволодіння методами імітаційного моделювання процесів і систем з використанням програмних засобів на базі засобів обчислювальної техніки;
- дослідження та модифікація математичних моделей-імітаторів у масштабі реального часу
- набути уміння та навички ефективно використовувати моделювання процесів і систем за допомогою прикладних програм;
- навчитись використовувати набуті знання, уміння та навички для візуалізації та аналізу результатів дослідження.

Загальні компетентності:

ЗК-1 Здатність комплексно розв'язувати проблему. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання; володіння системним, цілісним підходом до аналізу і оцінки ситуації.

ЗК-2 Критичне мислення. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту та достовірність інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію.

ЗК-3 Креативність. Продукування нових ідей, творчий підхід до їх реалізації; здатність до новаторської діяльності.

ЗК-4 Здатність проявляти ініціативу та здійснювати лідерські функції в колективі задля досягнення спільної мети; здатність управляти проектами, організовувати командну роботу, ставити цілі, приймати і втілювати рішення; оцінювати та забезпечувати ефективність колективної роботи; здатність управляти стратегічним розвитком команди в процесі професійної діяльності.

ЗК-5 Здатність та готовність виконувати колективні проекти, брати на себе відповідальність за виконання робіт окремої групи; уміння вести дискусію, аргументовано відстоюючи свою точку зору

ЗК-8 Орієнтація на високий результат. Внутрішня потреба виконувати роботу якісно; здатність планувати етапи та хід виконуваної роботи, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, представляти результати роботи й обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному й професійному рівні.

Спеціальні компетентності:

СК-1 Знання та розуміння. Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення, дослідницької та/або інноваційної діяльності; здатність використовувати набуті знання у практичній професійній діяльності.

СК-2 Дослідницькі навички. Здатність розуміти сутність проблеми, постановку задачі, обирати та використовувати відповідні методи й організаційні процедури для її вирішення (розв'язання), дослідницької чи інноваційної діяльності, критично оцінювати отримані результати, визначати перспективи подальшої розробки досліджуваної та дотичних тем.

СК-4 Моделювання. Спроможність переносити математичні знання у нематематичні контексти, розробляти адекватні математичні моделі реальних процесів і явищ, досліджувати їх, обираючи відповідні методи, в тому числі комп'ютерні, та інтерпретувати результати дослідження в термінах досліджуваного процесу (явища).

СК-5 Інформатична компетентність. Здатність і готовність до ефективного використання знань і умінь та застосування сучасних засобів інформаційних та комп'ютерних технологій, прикладних програм і програмних пакетів для розв'язання математичних і прикладних задач та інших професійних цілей.

СК-6 Творчість та інноваційна діяльність. Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та/або генерування нових математичних ідей; здатність до розвитку нових та/або удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань

3. Результати навчання за дисципліною

За результатами вивчення дисципліни у студента буде сформовано такі загальні компетентності як: критичне мислення, креативність, інформаційна та ІКТ – грамотність та такі фахові компетентності як: моделювання, інформатична компетентність, самоосвіта та підвищення кваліфікації.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен *знати*:

- основні галузі, де використовується математичне моделювання систем і процесів; основні принципи комп'ютерного моделювання систем і процесів;

- сучасні прикладні програми для моделювання Maple, FreeMat, AnyLogic.;
- методи побудови і реалізації моделей в Maple, FreeMat; AnyLogic
- методи дослідження і модифікації моделей в Maple, FreeMat; AnyLogic
- основи програмування в FreeMat, Maple.

уміти:

- розробляти комп'ютерні моделі систем і процесів;
- проводити дослідження моделей систем і процесів у реальному масштабі часу;
- виконувати імітаційне моделювання процесів і систем у вередовищі AnyLogic
- програмувати в середовищі Matlab, FreeMat.

та досягти наступних результатів навчання:

РН-3-1 Демонструвати на рівні застосування ґрунтовні знання ключових понять та фактів лінійної алгебри та теорії матриць, аналітичної та диференціальної геометрії, диференціального та інтегрального числення функції дійсної та комплексної змінних, багатьох дійсних змінних, теорії рядів, диференціальних рівнянь, логіки і теорії множин, дискретної математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, а також відтворювати знання окремих спеціальних розділів вищої та прикладної математики (прикладний функціональний аналіз, теорія динамічних систем, алгебраїчна топологія, аналітика даних) в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії.

РН-3-3 Знати й розуміти математичні методи аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей; основні підходи до перетворення математичної моделі в комп'ютерну, якісного та кількісного дослідження побудованої моделі, аналізу та інтерпретації отриманих при моделюванні результатів.

РН-3-6 Знати й розуміти межі застосування тих чи інших математичних теорій, методів, інструментів.

РН-У-4 Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу; усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань.

РН-У-6 Застосовувати комп'ютерні технології, прикладні математичні пакети, інші програмні продукти, інформаційні ресурси для розв'язування математичних задач, моделювання, аналізу моделей, для інших професійних цілей.

РН-У-8 Демонструвати вміння працювати в команді, поступаючи етично та відповідально. Уміти організувати колективну діяльність та реалізацію комплексних проєктів з урахуванням наявних ресурсів та часових обмежень.

РН-У-10 Уміти формулювати математичну задачу, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й існуючими моделями, аргументовано обирати оптимальні шляхи та інструменти розв'язання, аналізувати й осмислювати отриманий розв'язок, представляти результати роботи й обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному й професійному рівні

4. Структура навчальної дисципліни

Тематичний план для денної форми навчання

Назва змістових модулів, тем	Усього	Розподіл годин між видами робіт					
		Аудиторна:					Самостійна робота
		Лекції		Практичні			
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про комп'ютерне моделювання							
Тема 1 Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти	21	2		4			15
Модульний контроль	2						
Разом	23	2		4			15
Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем							
Тема 2. Елементарні математичні моделі, побудова моделі . Підготовка вхідних даних. Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин	18	2		6			10
Модульний контроль	2						
Разом	20	2		6			10
Змістовий модуль 3. Імітаційне моделювання							
Тема 3. Інструментальні програмні засоби математичного та імітаційного моделювання. Можливості Maple, Matlab, FreeMat, AnyLogic та інших засобів для програмної реалізації моделей.	18	2		6			10
Тема 4. Основні етапи імітаційного моделювання процесів і систем. Побудова концептуальної моделі Логічні структурні схеми імітаційних моделей. Реалізація імітаційних моделей	25	2		8			15
Модульний контроль	4						
Разом	47	4		14			25
Підготовка та проходження контрольних заходів	30						
Усього	120	8		24			50

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про комп'ютерне моделювання.

Тема 1. Види моделювання. Загальні принципи теорії моделювання. Поняття комп'ютерного математичного моделювання. Тріада «модель-алгоритм-програма». Основні етапи комп'ютерного моделювання .

Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти

Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем.

Тема 2. Елементарні математичні моделі, побудова моделі . Підготовка вхідних даних.

Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю. Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин.

Змістовий модуль 3. Імітаційне моделювання

Тема 3. Інструментальні програмні засоби математичного та імітаційного моделювання. Можливості Maple, Matlab, FreeMat, Octave, AnyLogic та інших засобів для програмної реалізації моделей Основні принципи та підходи, що застосовуються в пакетах візуального моделювання. існуючі підходи до візуального моделювання складних динамічних систем. Джерела й види помилок при комп'ютерному моделюванні. Помилки результату при діях із наближеними числами, поширення помилок округлення при обчисленнях. Зберігання чисел в комп'ютер

Тема 4 Основні етапи імітаційного моделювання процесів і систем Побудова концептуальної моделі. Визначення та аналіз завдання дослідження, методологія виконання дослідження об'єкта моделювання. Оцінка необхідних ресурсів, встановлення вимог до інформації, опис важливих для подальшого моделювання підсистем та елементів Логічні структурні схеми імітаційних моделей. Реалізація імітаційних моделей

6. Контроль навчальних досягнень

6.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів

Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю

Вид діяльності студента	Макс. к'сть балів за од.	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
		к'сть од.	макс. к'сть балів	к'сть од.	макс. к'сть балів	к'сть од.	макс. к'сть балів
Відвідування лекцій	1	1	1	1	1	2	2
Відвідування практичних занять	1	2	2	5	5	7	7
Виконання практичної роботи	10	2	20	5	50	7	70
Виконання завдань для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
Виконання модульної роботи	25	1	25	1	25	1	25
Разом	246	-	53	-	86	-	107
Максимальна кількість балів:	60						
Розрахунок коефіцієнта:	60/246=0,24		13		21		26

6.2. Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання.

Самостійна робота передбачає

1. Проходження онлайн курсу (на вибір) та отримання сертифікату

<https://www.coursera.org/specializations/wharton-business-financial-modeling>

<https://www.coursera.org/learn/python>

2. Самостійне модифікування та аналіз задач моделювання за допомогою комп'ютерних систем

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Кількість балів
1	Проходження онлайн курсу (на вибір) та отримання сертифікату https://www.coursera.org/specializations/wharton-business-financial-modeling https://www.coursera.org/learn/python	15	5
2	Моделювання в середовищах Maple	10	5
3	Моделювання в середовищі Anylogic	25	5
	Разом	50	15

Критерії оцінювання:

Для 1-2 самостійної роботи:

Критерії оцінювання

5 балів – обрати платформу і курс, зареєструватися отримати сертифікат

Для 2-3 самостійної роботи:

5 балів – вчасно, правильно і повно виконано завдання, проведено аналіз і зроблено висновки,

4 бали – завдання здано з запізненням або присутні несуттєві недоліки при виконанні завдання,

3 бали – містить окремі помилки, формально проаналізовані результати моделювання,

2 бали – формальний підхід відсутність висновків, 1 бали – завдання виконано формально, містить суттєві помилки.

6.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання.

Форма проведення модульного контролю – виконання завдань за комп'ютером. Критерії оцінювання: кожне правильно виконане завдання оцінюється у 5 балів.

6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання.

Форма проведення семестрового контролю – тести (максимальна оцінка 20 балів) + виконання 2 завдань з тем курсу за комп'ютером: 1 правильно виконане завдання оцінюється в 10 балів.

6.5. Орієнтовний перелік питань для семестрового контролю.

1. Огляд і властивості програм комп'ютерного моделювання.

2. Основні етапи імітаційного моделювання процесів і системою

3. Визначення та аналіз завдання дослідження, методологія виконання дослідження об'єкта моделювання.

4. Оцінка необхідних ресурсів, встановлення вимог до інформації, опис важливих для подальшого моделювання підсистем та елементів.
5. Моделювання у системі Maple, Freemat.
6. Можливості візуалізації моделей у Maple, Freemat.
7. Оператори керування обчислювальним процесом. Оператор умовного переходу Оператор переключення. Оператори циклу.
8. Створення найпростіших файл-функцій (процедур). Загальні вимоги до побудови. Типове оформлення процедури-функції.
9. Логічні структурні схеми імітаційних моделей.
10. Реалізація імітаційних моделей
11. Імітаційне моделювання у середовищі AnyLogic.
12. Можливості дослідження і модифікації моделей у Maple., Freemat
13. Можливості дослідження і модифікації моделей у середовищі AnyLogic
14. Аналіз та оцінка похибок, що виникають при комп'ютерному моделюванні.
15. Джерела похибок при комп'ютерному моделюванні.

6.6 Шкала відповідності оцінок

Рейтингов а оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
A	90 – 100 балів	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
B	82-89 балів	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75-81 балів	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69-74 балів	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60-68 балів	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
FX	35-59 балів	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1-34 балів	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

7. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 120 год., із них: лекції – 8 год., практичні заняття – 24 год., модульний контроль – 8 год., самостійна робота – 50 год., семестровий контроль – 30 год.

Модулі	I	II	III
Назва модуля	Загальні відомості про комп'ютерне моделювання	Базові моделі процесів і систем	Імітаційне моделювання
К-сть балів за модуль	53 бали	86 балів	107 балів
Лекції (теми, бали)	Тема 1. Поняття комп'ютерного математичного моделювання. Тріада «модель-алгоритм-програма». Основні етапи комп'ютерного моделювання. (1 бал)	Тема 2. Елементарні математичні моделі, побудова моделі. (1 бал)	Тема 3. Інструментальні програмні засоби математичного та імітаційного моделювання (1 бал) Тема 4. Основні етапи імітаційного моделювання процесів і систем. (1 бал)
Практичні заняття (теми, бали)	Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти (20 балів)	Елементарні математичні моделі, побудова моделі. Підготовка вхідних даних. Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю (30 балів)	Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин. (20 балів) Візуальне моделювання складних динамічних систем (20 балів) Імітаційне моделювання СМО (системи масового обслуговування)(50 балів)
Самостійна робота	Самостійна робота (5 балів)	Самостійна робота (5 балів)	Самостійна робота (5 балів)
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)	Модульна контрольна робота 2 (25 балів)	Модульна контрольна робота 3 (25 балів)
Семестровий контроль	Екзамен (40 балів)		

8. Рекомендовані джерела

Основна

1. *Ковалюк Т.В.* Алгоритмізація та програмування / Т.В.Ковалюк // Підручник. – Львів: «Магнолія 2006», 2013. – 400 с. ISBN 978-617-574-069-9
2. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с..
3. Моделювання процесів і систем / Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. / КПІ ім.Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Савчук, О.М. Моргалъ Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 220 с.
4. Павленко П.М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. / П.И. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтяк. – К.: НАУ, 2017. – 392 с.
5. Виклюк Я.І. Моделювання складних систем: посібник / Я.І. Виклюк, Р.М. Камінський, В.В. Пасічник. – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с
6. Антонюк А.О. Моделювання систем: навч. посіб. / А.О. Антонюк. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. – 412 с.
7. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов: Харків. нац. ун-т міського господарства ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
8. Уривський Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. / Л.О. Уривський, А.В. Мошинська, С.О. Осипчук. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, –2022. – 202 с.

Додаткова:

1. Великодний С. С. Моделювання систем: конспект лекцій. Одеський державний екологічний університет, 2018. – 186 с.
2. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1998
3. <https://www.anylogic.com/>
4. Український портал з імітаційного моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.simulation.org.ua/>