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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-методичної та навчальної роботи
_____О.Б.Жильцов
«04» 11 2021р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Прикладне математичне і комп'ютерне моделювання:
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ

для студентів

Спеціальності *111 Математика*

Освітньої програми *111.00.02 Математичне моделювання*

Освітнього рівня *другого (магістерського)*

Київ – 2021

Розробники:

Машкіна Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук і математики Факультету інформаційних технологій та управління Київського університету імені Бориса Грінченка

Викладачі

Машкіна Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук і математики Факультету інформаційних технологій та управління Київського університету імені Бориса Грінченка

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

Протокол від 5.02. 2020 р. № 2

Завідувач кафедри _____ О. С. Литвин

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми 111.00.01. Математичне моделювання)

(погодження освітньої програми)

_____ 20___ р.

Керівник освітньої програми _____ (В.В.Прошкін)
(підпис)

Робочу програму перевірено

_____ 20___ р.

Заступник директора/декана _____ (І.Ю.Мельник)
(підпис)

Пролонговано:

на 2020/2021 н.р. _____ (_____), «13» 01 2021 р., протокол № 1
(підпис) (ПІБ)

на 2021/2022 н.р. _____ (_____), «03» 11 2021 р., протокол № 13
(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	**заочна**
Вид дисципліни	обов'язкова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	
Загальний обсяг кредитів / годин	6/180 год.	
Курс	5	
Семестр	10	
Кількість змістових модулів з розподілом:	6	
Обсяг кредитів	6	
Обсяг годин, в тому числі:	180 год.	
Аудиторні	48 год.	
Модульний контроль	12 год.	
Семестровий контроль	15 год.	
Самостійна робота	105 год.	
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-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-11: Інформаційна та ІКТ-грамотність. Здатність до пошуку, оброблення й аналізу необхідної для розв'язування навчальних, наукових і професійних завдань інформації з різних джерел із дотриманням етичних та правових норм; навички використання інформаційно-

комунікаційних, комп'ютерних технологій як інструменту набуття знань та умінь, а також презентації проблеми, задачі, відомих чи власних результатів тощо.

Фахові компетентності:

ФК-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.

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

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

ФК-8: Самоосвіта та підвищення кваліфікації. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації у сфері математики, освітніх технологій на основі інноваційних підходів.

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 Matlab, FreeMat, Octave,AnyLogic.;
- методи побудови і реалізації моделей в Matlab, FreeMat; AnyLogic
- методи дослідження і модифікації моделей в Matlab, FreeMat; AnyLogic
- основи програмування в FreeMat, Matlab.

уміти:

- розробляти компютерні 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 програмних результатів навчання:

ПРН-З-2 Володіти основами математичних дисциплін і теорій, які вивчають моделі природничих, економічних і соціальних процесів.

ПРН-З-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.

ПРН-У-4 Упізнавати математичні структури в інших (нематематичних) теоріях; перекладати на мову математики задачі з інших галузей та розв'язувати їх методами математичного моделювання.

ПРН-У-7: Застосовувати комп'ютерні технології, прикладні математичні пакети, інші програмні продукти, інформаційні ресурси для розв'язування математичних задач, моделювання, аналізу моделей, для інших професійних цілей.

ПРН-У-8: Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.

ПРН-У-13: Уміти формулювати математичну / педагогічну задачу, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й існуючими моделями, аргументовано обирати оптимальні шляхи 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 <u>денної</u> форми навчання

Назва змістових модулів, тем	Усього	Розподіл годин між видами робіт					
		Аудиторна:					Самостійна
		Лекції	Семінари	Практичні	Лабораторні	Індивідуальні	
<u>Змістовий модуль 1.</u> Загальні відомості про комп'ютерне моделювання							
Тема 1. Види моделювання. Загальні принципи теорії моделювання. Класифікація моделей. Основні етапи комп'ютерного моделювання	3	1		2			
Тема 2 Поняття моделювання. Визначення моделі. Визначення моделювання. Поняття комп'ютерного математичного моделювання. Тріада «модель-алгоритм-програма».	8	1		2			5
Тема 3.. Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти	7			2			5
Модульний контроль	2						
Разом	20	2		6			10
Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем							
Тема 1. Елементарні математичні моделі, побудова моделі . Підготовка вхідних даних.	9	2		2			5
Тема 2. Розробка математичної моделі. Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю.	12			2			10
Тема 3. Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин.	7			2			5
Модульний контроль	2						
Разом	30	2		6			20
Змістовий модуль 3. Програмні інструментальні засоби комп'ютерного моделювання							

Тема 1. Інструментальні програмні засоби матема тичного та імітаційного моделювання. Можливості Matlab, FreeMat, Octave,AnyLogic та інших засобів для програмної реалізації моделей	13	1		2			10
Тема 2. Основні принципи та підходи, що застосовуються в пакетах візуального моделювання. існуючі підходи до візуального моделювання складних динамічних систем.	15	1		4			10
Модульний контроль	2						
Разом	30	2		6			20
Змістовий модуль 4. Похибки при комп'ютерному моделюванні							
Тема 1 Оператори керування обчислювальним процесом..	13	1		2			10
Тема 2. Створення найпростіших файл-функцій (процедур)	12			2			10
Тема 3. Джерела й види похибок при комп'ютерному моделюванні	13	1		2			10
Модульний контроль	2						
Разом	40	2		6			30
Змістовий модуль 5. Імітаційне моделювання							
Тема 1.. . 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.	9	2		2			5
Тема 2. Функціональне моделювання систем і процесів. Використання прогамних засобів функціонального моделювання	15	1		4			10
Тема 3. Основні етапи імітаційного моделювання процесів і системю Побудова концептуальної моделі Логічні структурні схеми імітаційних моделей. Реалізація імітаційних моделей	17	1		6			10

Модульний контроль	4						
Разом	45	4		12			25
Модульний контроль усього	**12**						
Підготовка та проходження контрольних заходів	**15**						
Усього	**180**	**12**		**36**			**105**

5. Програма навчальної дисципліни

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

Тема 1. Види моделювання. Загальні принципи теорії моделювання. Класифікація моделей. Основні етапи комп'ютерного моделювання

Тема 2 Поняття моделювання. Визначення моделі. Визначення моделювання. Поняття комп'ютерного математичного моделювання. Тріада «модель-алгоритм-програма».

Тема 3.. Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти

Література [1-2]

Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем.

Тема 1. Елементарні математичні моделі, побудова моделі . Підготовка вхідних даних.

Тема 2. Розробка математичної моделі. Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю.

Тема 3. Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин.Література [1-2]

Змістовий модуль 3. Програмні інструментальні засоби комп'ютерного моделювання

Тема 1. Інструментальні програмні засоби матема тичного та імітаційного моделювання. Можливості Matlab, FreeMat, Octave,AnyLogic та інших засобів для програмної реалізації моделей

Тема 2. Основні принципи та підходи, що застосовуються в пакетах візуального моделювання. існуючі підходи до візуального моделювання складних динамічних систем.

Змістовий модуль 4. Моделювання в середовищахFreemat, Matlab.

Тема 1 Оператори керування обчислювальним процесом. Оператор умовного переходу Оператор переключення. Оператори циклу.

2. Створення найпростіших файл-функцій (процедур). Загальні вимоги до побудови. Типове оформлення процедури-функції

Тема 3. Джерела й види похибок при комп'ютерному моделюванні. Похибки результату при діях із наближеними числами , поширення похибок округлення при обчисленнях. Зберігання чисел в комп'ютері.

Література [2]

Змістовий модуль 5. Функціональне та імітаційне моделювання

Тема 1.. Основні етапи імітаційного моделювання процесів і сисием Побудова концептуальної моделі.

Тема 2. Функціональне моделювання систем і процесів. Використання прогамних засобів функціонального моделювання.

Тема 3. 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

Література [3]

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		Модуль 4		Модуль 5	
		к-сть од.	макс. к-сть балів	к-сть од.	макс. к-сть балів	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	1	1	1	1	2	2
Відвідування практичних занять	1	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6
Виконання практичної роботи	10	3	30	3	30	3	30	3	30	6	60
Виконання завдань для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Виконання модульної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25	2	50
Разом		-	64	-	64	-	64	-	64	-	112
Максимальна кількість балів:	**60**		10		10		10		15		15
Розрахунок коефіцієнта:			0,16		0,16		0,16		0,15		0,17

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
1-2	Проходження онлайн курсу (на вибір) та отримання сертифікату https://www.coursera.org/specializations/wharton-business-financial-modeling https://www.coursera.org/learn/python	30	10
3	Вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю	20	5
4	Моделювання в середовищах Freemat, Matlab	30	5
5	Моделювання в середовищі Anylogic	25	5
	Разом	105	25

Критерії оцінювання:

Для 1-2 самостійної роботи:

Критерії оцінювання

1 частина 5 балів обрати платформу і курс, зареєструватися отримати прогрес до 50 % (сканкопію показати викладачу

2 частина 5 балів сертифікат

Для 3-5 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 модеювання,

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

16.1. **Шкала відповідності оцінок**

Рейтингова 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

17. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 180 год., із них: лекції – 12 год., практичні заняття – 36 год.,, модульний контроль – 12 год.,самостійна робота – 105 год., семестровий контроль – 15 год.

Модулі	I		II		III		IV		V	
Назва модуля	Загальні відомості про комп'ютерне моделювання		Базові моделі процесів і систем		Програмні інструментальні засоби комп'ютерного моделювання		Моделювання в середовищахFreemat, Matlab		Функціональне та імітаційне моделювання	
К-сть балів за модуль	64 бали		64 бали		64 бали		100 балів		87 балів	
Лекції (теми, бали)	. Види моделювання. Загальні принципи теорії моделювання (1 бал)		. Базові моделі процесів і систем (1 бал)		Програмні інструментальні засоби комп'ютерного моделювання (1 бал)		10. Основи логічного Моделювання в середовищахFreemat, Matlab (2 бали)		**Основні етапи імітаційного моделювання процесів і сисием Побудова концептуальної моделі**	
Практичні заняття (теми, бали)	Класифікація моделей. Основні етапи комп' ютерного моделювання 11 б	Поняття моделювання. Визначення моделі. Визначення. (22 б.)	Елементарні математичні моделі, побудова моделі . Підготовка вхідних даних. (11 б.)	. Розробка математичної моделі. Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв' язання задачі за побудованою моделлю (22 б.)	Інструментальні програмні засоби матема тичного та імітаційного моделювання. Можливості Matlab, FreeMat, Octave,AnyLogic та інших засобів для програмної реалізації моделей. (22 б.)	Основні принципи та підходи, що застосовуються в пакетах візуального моделювання. 22 б.)	Оператори керування обчислювальним процесом.. Оператор умовного переходу Оператор переключення. Оператори циклу. (22 бали).	. Джерела й види похибок при комп' ютерному моделюванні. Похибки результпоширення похибок округлення при обчисленьтату при діях із наближеними числами , як. Зберігання чисел в комп' ютері (11 балів)	Визначення та аналіз завдання дослідження, методологія виконання дослідження об' єкта ня підсистем та елементів. моделювання. Оцінка необхідних ресурсів, встановлення вимог до інформації, опис важливих для подальшого моделювання (22 бали)	Логічні структурні схеми імітаційних моделей. Реалізація імітаційних моделей (11 балів)
МК	25 б.		25 б.		25 б.		50 б.		25 б.	
Сам. робота	5 б.		5 б.		5 б.		5 б.		5 б.	

18. 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. Л17 Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с..
3. Економіко-математичне моделювання. Математичне програмування [Текст] : навч. посіб. / М. М. Семко, М. М. Пискун, В. І. Панченко, В. В. Лаговський ; Держ. податкова адмін. України, Нац. ун-т держ. податкової служби України. - Ірпінь : Нац. ун-т ДПС України, 2008. - 240 с.
4. Математичне моделювання систем і процесів [Текст] : навч. посіб. для студ. спец. "Технологія та устаткування зварювання" / П. А. Гавриш, Л. В. Васильєва ; М-во освіти і науки України , Донбаська держ. машинобудівна акад. - Краматорськ : ДДМА, 2007. - 100 с. - Бібліогр.: с. 78.
5. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования / Маликов Р.Ф. – М.: “Горячая линия-Телеком”. 2010. –368с.
6. http://stud.com.ua/24995/menedzhment/modelyuvannya_sistem_i_protsesiv
7. http://study.urfu.ru/Aid/Publication/2525/1/Ponomarev_loshkarev.pdf
8. http://www.bourabai.kz/cm/simulink.htm

Додаткова:

1. Кривилев А.В. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB. М.: Лекс-Книга, 2005. – 496 с..
2. https://www.anylogic.com/
3. http://itteach.ru/bpwin/skachat-bpwin
4. http://www.exponenta.ru/educat/systemat/tarasevich/ 2
5. http://www.uchites.ru/chislennye_metody/posobie 3
6. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm 4
7. http://www.alnam.ru/book_bcm.php 5. http://230101.ru/tag/численные-методы