

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С.І. Гоменюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2023

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРИКЛАДНИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ**
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
підготовки бакалавр
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 113 – «Прикладна математика»,
освітньо-професійна програма «Прикладна математика»

Укладач Кондрат'єва Н.О., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики.

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри фундаментальної та
прикладної математики
Протокол №_1_ від “30”серпня2023 р.
Завідувач кафедри _____
_____ С.М. Гребенюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету
_____математичного _____
Протокол №_1_ від “_31_”серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради
факультету _____
_____ О.С. Пшенична
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми
М.І.Клименко
_____ (підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 11 – «Прикладна математика»	Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
		Цикл вільного вибору в межах спеціальності	
Спеціальність: 113 – «Прикладна математика	Загальна кількість годин – 120	Семестр:	
		7 -й	7 -й
Освітньо-професійна програма «Прикладна математика»	Змістових модулів – 6	Лекції	
		14 год.	8 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 16	Практичні	
		14 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		90 год.	104 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання у прикладних дослідженнях» є набуття студентом систематичних знань студентам з основних теоретичних положень та методів автоматизації дослідження складних систем, ознайомлення з закономірностями розвитку комп'ютерного моделювання, з типами складних систем, що описують як матеріальні, так і абстрактні об'єкти дослідження; надати знання про евристичні та формальні методи, а також формування та дослідження абстрактних систем

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями щодо дослідження складних систем;
- набуття вмінь проведення автоматизації прикладних досліджень;
- оволодіння теоретичними знаннями щодо методів комп'ютерного моделювання;
- набуття вміння застосовувати методи комп'ютерного моделювання для побудови математичних моделей складних систем;
- оволодіння знаннями щодо основних принципів і алгоритмів розв'язання слабоструктурованих та неструктурованих проблем;
- оволодіння знаннями щодо основних алгоритмів комп'ютерного моделювання абстрактних моделей.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - практичні методи: досліди, вправи, навчальна праця; - аналіз та синтез; - індуктивні та дедуктивні методи; - репродуктивні та точні методи; - проблемно-пошуковий, евристичний метод. <p>Контрольні заходи: виконання та оформлення звітів до лабораторної роботи, індивідуальних завдань.</p>
<p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - інтегральні методи; - проблемне викладання, пошукове, дослідницьке; - самостійна робота студентів; - контроль, самоконтроль і корекція, самокорекція при виконанні робіт поточного, підсумкового контролю, індивідуальних завдань. <p>Контрольні заходи: виконання лабораторної робіт, теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт та індивідуального завдання.</p>
<p>КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторний метод; - дослідницький метод; <p>Контрольні заходи: виконання та захист лабораторної робіт та індивідуального завдання.</p>

1	2
<p>ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.</p> <p>ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пояснювально-ілюстративний метод; - репродуктивний метод; - наочні методи: демонстрація та ілюстрація, презентація на лекціях; - метод проблемного викладу навчального матеріалу і створення проблемних ситуацій; - дослідницький метод; - практичний метод. <p>Контрольні заходи: усний теоретичний захист виконаних лабораторних робіт та індивідуальних завдань, тестування.</p>
<p>ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторний метод; - технічні вправи; - Аналітичний, дедуктивний, індуктивний та традуктивний методи. <p>Контрольні заходи: виконання та захист лабораторної робіт та індивідуального завдання</p>
<p>ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх впровадження у професійній діяльності.</p>	<p>Методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стимулювання та релаксація; - активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв'язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички. <p>Контрольні заходи: теоретичний захист виконаних робіт, тестування при підсумковому контролі (при заліку).</p>

Всі, зазначені вище методи навчання і контрольні заходи, спрямованні на набуття інтегральної компетентності: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області прикладної математики, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів прикладної математики.(ІК).

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Комп'ютерне моделювання у прикладних дослідженнях» є логічним продовженням курсів «Організація та обробка електронної інформації», «Теорія алгоритмів та програмування», застосовує досвід, отриманий здобувачами вищої освіти під час вивчення дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування»; курс ґрунтується на окремих розділах математичного аналізу, диференціальних рівнянь, методів обчислень, математичної статистики. Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для виконання курсових робіт та подальшої професійній діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Концептуальні поняття математичного та комп'ютерного моделювання*

Розвиток системних уявлень в науці та практиці. Особливості сучасного етапу розвитку науки про комп'ютерне моделювання складних системи. Основні підходи та методи до виділення та дослідження систем довільної природи. Методологія розв'язання складних проблем. Особливості сучасного етапу розвитку математичного та комп'ютерного моделювання. Формування комп'ютерної моделі початкової системи

Змістовий модуль 2. *Комп'ютерна модель представлення емпіричних даних*

Комп'ютерна модель представлення емпіричних даних. Визначення стандартного комп'ютерного представлення емпіричних даних.

Змістовий модуль 3. *Обробка емпіричних даних.*

Проведення обробки емпіричних даних. Комп'ютерне моделювання базових систем.

Змістовий модуль 4 *Комп'ютерне моделювання прогнозних систем*

Комп'ютерне моделювання прогнозних систем

Змістовий модуль 5 *Комп'ютерне моделювання систем з розподіленими вхідними та вихідними даними*

Комп'ютерне моделювання систем з розподіленими вхідними та вихідними даними.

Змістовий модуль 6. *Комп'ютерне моделювання прогнозних систем з розподіленими даними*

Методи комп'ютерного моделювання прогнозних систем з розподіленими даними

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год		о/д ф.	з/дист ф.	Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.					
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
		о/д ф.	з/дист ф.									
1	15	8	2	4	1	4	1	7	13	7	11	18
2	15	8	2	4	1	4	1	7	13	3	9	12
3	15	8	2	4	1	4	1	7	13	2	3	5
4	15	8	2	4	1	4	1	7	13	1	4	5
5	15	12	4	6	2	6	2	3	11	5	5	10
6	15	12	4	6	2	6	2	3	11	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	56	16	28	8	28	8	34	74	23	37	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30	30	30					30	30	20	20	40
Загалом		120						100				

5. Темі лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Концептуальні поняття математичного та комп'ютерного моделювання	2	1
2	Комп'ютерна модель представлення емпіричних даних	2	1
3	Обробка емпіричних даних.	2	1
4	Комп'ютерне моделювання прогнозних систем	2	1
5	Комп'ютерне моделювання систем з розподіленими вхідними та вихідними даними	2	2
6	Комп'ютерне моделювання прогнозних систем з розподіленими даними	4	2
	Всього	14	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	<i>Практична робота №1.</i> Особливості сучасного етапу розвитку математичного та комп'ютерного моделювання. Формування комп'ютерної моделі початкової системи	2	1
2	<i>Практична робота №2.</i> Визначення стандартного комп'ютерного представлення емпіричних даних	2	1
3	<i>Практична робота №3.</i> Проведення обробки емпіричних даних. Комп'ютерне моделювання базових систем	2	1
4	<i>Практична робота №4.</i> Комп'ютерне моделювання прогнозних систем	4	1
5	<i>Практична робота №5.</i> Комп'ютерне моделювання систем з розподіленими вхідними та вихідними даними	4	2
6	<i>Практична робота №6.</i> Комп'ютерне моделювання прогнозних систем з розподіленими даними	2	2
	Всього	14	8

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Концептуальні поняття математичного та комп'ютерного моделювання	15	18
2	Комп'ютерна модель представлення емпіричних даних	15	18
3	Обробка емпіричних даних.	15	18
4	Комп'ютерне моделювання прогнозних систем	15	18
5	Комп'ютерне моделювання систем з розподіленими вхідними та вихідними даними	15	18
6	Комп'ютерне моделювання прогнозних систем з розподіленими даними	15	22
	Всього	90	112

8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 1</i>	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> - Класифікація графічних зображення для візуалізації статистичних даних. - Принципи вибору типу графічного зображення для візуалізації статистичних даних. - Застосування кругових і стовпчастих діаграм для візуалізації статистичних даних. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 1</i> ***	3
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 1</i>	Завдання: в табличному процесорі (зокрема, Microsoft Excel) <ul style="list-style-type: none"> - побудувати діаграму зазначеного у в варіанті типу; - побудувати гістограму частот для статистичних даних відповідно до індивідуального варіанту. Вимоги до виконання та оформлення *	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 1</i> ***	5
1	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 2</i>	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритм побудови гістограми за даними статистичного експерименту. - Реалізація алгоритму побудови гістограм програмними засобами та інструментами. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 2</i> ***	4
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 2</i>	Завдання: за допомогою програмних кодів <ul style="list-style-type: none"> - побудувати діаграму зазначеного у в варіанті типу; - побудувати гістограму частот для статистичних даних відповідно до індивідуального варіанту. Вимоги до виконання та оформлення *	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 2</i> ***	6
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	4			18
2	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної</i>	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритм розв'язання звичайного диференціального рівняння другого порядку методом кінцевих різниць. - Генерування двовимірних чисельних даних як результат 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 3</i> ***	1

1	2	3	4	5
	<i>роботи 3</i>	чисельного експерименту. - Первинна обробка двовимірних чисельних даних. Побудова ліній тренда програмними засобами. - Вибір типу оптимальної функції для апроксимації чисельних даних.		
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3</i>	Завдання: - Згенерувати чисельні результати $y_i = f(x_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$ - розв'язання звичайного диференціального рівняння методом кінцевих різниць (шаблон готової програми для генерування надається). Рівняння вибрати відповідно до варіанту. - Побудувати точковий графік залежності (1), застосовуючи табличний процесор або систему комп'ютерної алгебри - Побудувати ПОЛІНОМІАЛЬНУ лінію тренда залежності (1), обираючи той степінь многочлена, який «найбільш точно» наближає дану дискретну залежність до неперервної $y = F(x)$. Виписати функцію $y = F(x)$, що визначає обрану лінію тренда. Вимоги до виконання та оформлення *	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3</i> ***	4
2	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 4</i>	Питання для підготовки: - Поняття інтерполяції і апроксимації чисельних даних. - Інтерполяційний многочлен Лагранжа: формула і алгоритм побудови многочлена Лагранжа, переваги і недоліки його застосування. - Апроксимація чисельних даних многочленами методом найменших квадратів. - Реалізація алгоритму методу найменших квадратів засобами програмного забезпечення.	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 4</i> ***	2
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4</i>	Завдання: - Знайти інтерполяційний многочлен Лагранжа $y = L(x)$, який проходить через усі точки дискретної залежності	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4</i> ***	5

1	2	3	4	5
	<i>роботи 4</i>	<p>(1). До розв'язання застосувати будь-який пакет прикладних програм, що дозволяє проводити символні обчислення.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реалізувати метод найменших квадратів. Для апроксимації оберти поліном (многочлен) того самого степеня, що і для лінії тренду лабораторної роботи №3. Виписати отриману функцію $y = G(x)$. <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>		
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	4			12
3	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5</i>	<p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Кусково-лінійна інтерполяція: поняття, побудова, переваги і недоліки лінійної інтерполяції як способу згладжування чисельних даних. - Кубічний сплайн: властивості, алгоритм побудови. - Переваги і недоліки інтерполяції кубічним сплайном як способу згладжування чисельних даних. - Лінійні, квадратичні і кубічні сплакни Безьє: рівняння сплайнів. - Алгоритм де Кастельжо побудови сплайнів Безьє. - Области застосування. Апроксимація ламаних сплайнами Безьє різного порядку. - Алгоритм Чайкіна згладжування розімкнених і зімкнених ламаних. - Графічна візуалізація первинних чисельних даних і графіків функцій однієї змінної, які інтерполюють і апроксимують ці дані через засоби програмного забезпечення і через написання програмного коду. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5 ***</i>	2
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 5</i>	<p>Завдання:</p> <p>Побудувати графіки залежностей $y_i = f(x_i), i = 1, 2, \dots, n$, $y = L(x)$, $y = F(x)$ і $y = G(x)$, знайдених у попередніх</p>	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 5 ***</i>	3

1	2	3	4	5
		роботах. Для візуалізації обрати таке взаємне розташування графіків, їх типів, яке найбільш вигідне для їх аналізу. Вимоги до виконання та оформлення *		
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	2			5
4	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6</i>	Питання для підготовки: - Генерування тривимірних чисельних даних як результат чисельного розв'язання диференціального рівняння в частинних похідних другого порядку методом кінцевих різниць. - Первинна обробка тривимірних чисельних даних щодо їх упорядкування.	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6 ***</i>	1
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 6</i>	Завдання: - Згенерувати чисельні результати $z_{i,j} = f(x_i, y_j), i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$ розв'язання рівняння у частинних похідних методом кінцевих різниць (шаблон готової програми для генерування надається). Рівняння вибрати відповідно до варіанту. ○ Побудувати графік функції отриманої дискретної залежності (2), застосовуючи табличний процесор або одну із систем комп'ютерної алгебри. Вимоги до виконання та оформлення *	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 6 ***</i>	4
Усього за ЗМ 4 контр. Заходів	2			5
5	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної</i>	Питання для підготовки: - Властивості білінійної інтерполяції. - Алгоритм білінійної інтерполяції в декартовій системі координат просторі і в циліндричній системі координат.	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 7 ***</i>	5

1	2	3	4	5
	<i>роботи 7</i>	<p>Застосування білінійної інтерполяції в комп'ютерній графіці.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Графічне зображення поверхні, що визначається білінійною інтерполяцією в пакетах комп'ютерної алгебри. - Основні етапи 3D-моделювання чисельних даних з використанням рендерінгу. - Вибір типу освітлення сцени, встановлення координат точки розміщення і характеристик камери, підбір текстури і матеріалу зображення, що створює проекцію тривимірного об'єкта на площині при рендерінгу. - Ознайомлення з основними пакетами для тривимірного моделювання в різних галузях інженерної практики та їх основними властивостями. - Основні примітиви для створення тривимірної моделі комп'ютерної графіки. - Алгоритми візуалізації тривимірних чисельних даних, засновані на тріангуляції. - Поняття полігональної сітки, елементи її моделювання, способи зберігання. - Ідеї сплайнового і NUBR-моделювання, спільні характеристики і відмінності. 		
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 7</i>	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Для апроксимування отриману дискретної залежності (2) неперервною функцією $z = P(x, y)$ застосувати білінійну інтерполяцію. Реалізувати зазначений метод за допомогою програмних кодів. - Побудувати графік функції $z = P(x, y)$, застосовуючи табличний процесор або одну із систем комп'ютерної алгебри. <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 7 ***</i>	5
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	2			10

1	2	3	4	5
6	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 8</i>	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритми і способи побудови графіків функцій двох змінних реалізації програмними засобами. - Побудова поверхні, що визначена білінійною інтерполяцією програмними кодами. - Побудова поверхні, що визначена графіком функції двох змінних в декартовій системи координат. - Побудова поверхонь вкриволінійній системі координат: циліндричній і сферичній системах координат. - Алгоритми візуалізації тривимірних чисельних даних, засновані на тріангуляції. - Дослідження властивостей візуалізованих поверхонь. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 8 ***</i>	5
	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 8</i>	Завдання: За допомогою програмних кодів Java, C++, C#, PHP, Python, Pascal і т.п. побудувати дві поверхні, що відповідають залежностям, отриманим в ЛР № 6 і №7 Вимоги до виконання та оформлення *	<i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 8 ***</i>	5
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	2			10
Усього за змістові модулі контр. заходів	16			60

* До кожного практичного завдання потрібно скласти **звіт про виконання лабораторної роботи**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висувуються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Реалізація алгоритму метода передбачає застосування засобів MS Excel та / або системи комп'ютерної алгебри MAPLE. Файл відповідної реалізації долучається до звіту.

Захист лабораторної роботи є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання. Максимальна кількість балів за звіт про виконання і захист практичного завдання становить 0,5 (змістові модулі 2, 4, 6) або 2,5 бали (інші змістові модулі).

*** Оцінювання звіту про виконання лабораторної роботи і усного теоретичного опитування при захисті цього завдання здійснюється за формулою

$$s = m \cdot \frac{v}{100}, \quad (1)$$

де s – підсумковий бал за вид контролю, m – максимальний бал за вид контролю, v - відсоток виконання.

Критерії визначення v (%):

- 90-100%: контрольний захід здійснено без помилок; це відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;
- 60-89%: контрольний захід здійснено без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;
- 0-59%: більше 30% контрольний захід здійснено невірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Підсумковий контроль	Залік	Питання для підготовки: Всі питання, що містяться в стовпчику 3 розділу 7 даної робочої програми.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	20
	Практичне завдання – індивідуальне завдання	Завдання: 1) Побудувати графік функції на будь якій підмножині області визначення функції, застосовуючи Microsoft Excel, Maple, Mathcad, MathLab, Mathematica або інший програмний пакет (5 б.). 2) Побудувати графік функції на тій же множині за допомогою програмних кодів Java, C++, C#, PHP, Python і т.п. через полігональну сітку, зокрема, триангуляцію (15 б.). Вимоги до виконання та оформлення ⁽³⁾	Завдання 1 оцінюється максимум у 5 балів, завдання 2 – 15 балів. Оцінка за кожне завдання обчислюється за формулою (1)	20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

⁽³⁾ До індивідуального завдання потрібно скласти **звіт про виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Звіт повинен містити програмний код для кожного завдання. Файли з програмними кодами долучається до звіту.

Захист кожного завдання є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.

Індивідуальне завдання здається не пізніше передостаннього тижня навчального семестру, протягом якого вивчається дисципліна. Розв'язки повинні містити усі необхідні обґрунтування з посиланням на відповідні формули, теореми та властивості. У разі незарахування індивідуального завдання студент може його доопрацювати до останнього навчального тижня. Захист індивідуальних завдань проводиться на заліковому тижні.

10. Рекомендована література

Основна:

1. Чуйко Г.П., Дворник О.В., Яремчук О.М. Математичне моделювання систем і процесів: Навч. посібник. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2015. -244 с.
2. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Введення в моделювання динамічних систем: Навч. посібник . Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010,— 128 с
3. Клир Дж. Системологія. Автоматизація рішення системних задач. - К.: Радио и связь, 1990. - 544 с.
4. Escobet, A., A. Nebot, and F.E. Cellier (2004), Visual-FIR: A New Platform for Modeling and Prediction of Dynamical Systems, Proc. SCSC'04, Summer Computer Simulation Conference, San Jose, California, pp.229-234
5. Gusev A.A., Shvetsova N.A. The design of a goal-oriented information system for decision support. // Topical areas of fundamental and applied research IV. Vol.1. – North Charleston, USA, 2014. – pp. 134-137

Додаткова:

6. Josep M. Mirats Tur and Rafael M. Huber Garrido. Fuzzy Inductive Reasoning Model-Based Fault Detection Applied to a Commercial Aircraft. SIMULATION 2000 75:188
7. Keen P.G.W., Scott Morton M. S. Decision support systems : an organizational perspective. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., 1978.
8. Li D., Cellier F.E. (1990). Fuzzy Measures in Inductive Reasoning, Proc. Winter Simulation Conference, New Orleans, LA, pp.527-538.
9. Mugica F. and Cellier F. Automated synthesis of a fuzzy controller for cargo ship steering by means of qualitative simulation. In Proc. ESM'94, European Simulation MultiConference, pages 523-528, Barcelona, Spain, 1994
10. Nebot A, Cellier FE, Vallverd M. Mixed quantitative/qualitative modeling and simulation of the cardiovascular system. Comput Methods Programs Biomed. 1998 Feb;55(2):127-55.

Інформаційні ресурси

1. Алфавітний каталог. *Технічна бібліотека*. URL : <https://techlibrary.ru/bookpage.htm>.
2. Електронні ресурси з математики. *Бібліотека TWIRPX*. URL : https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics.
3. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. *Бібліотека TWIRPX*. URL : https://www.twirpx.com/files/#files_informatics.
4. Наукові ресурси. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL : <http://www.nbuv.gov.ua/node/1539>.
5. Mathematics. *UMass Boston Open Courseware*. URL : <http://ocw.umb.edu/mathematics.html>.
6. Computer Science. *UMass Boston Open Courseware*. URL : <http://ocw.umb.edu/computer-science.html>.
7. Science, Maths & Technology. *Learning Space. The Open University*. URL : <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology>.
8. Реінжиніринг бізнес-процесів. *Бібліотека економіста*. URL : <https://library.if.ua/book/28/1899.html>.
9. Maths Resources Index. *The Economics Network*. URL : <https://www.economicsnetwork.ac.uk/subjects/mathsforscientists>.
10. Maplesoft Media Releases. *Mathematics-based software & services for education, engineering, and research*. URL : <https://www.maplesoft.com/company/news/releases/2021/2021-03-10-maple-2021-provides-even-more-tools-to-help-students-learn-math.aspx>.
11. Computer Graphics Tutorial. *Biggest Online Tutorials Library*. URL : https://www.tutorialspoint.com/computer_graphics/index.htm.
12. Інструменти візуалізації даних, які ви можете використовувати на веб-сайті. *Тупографія Азбука*. URL : <https://azbyka.com.ua/uk/instrumenty-vizualizatsiya-dannyh/>.

