

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С.І. Гоменюк

«_____» _____ 2023 р.

**РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ НЕЧІТКИХ
МНОЖИН**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 126 – «Інформаційні системи та технології»,

освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»

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” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

С.М. Гребенюк
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету

_____ математичного _____

Протокол № 1 від “_31_” серпня 2023 р.

Голова науково-методичної ради
факультету _____

(підпис)

О.С. Пшенична

(ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми

О.В.Чопорова

(підпис)

(ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти Інформаційні системи та технології	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 12 – «Інформаційні системи та технології»	Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
		Цикл вільного вибору в межах спеціальності	
Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології	Загальна кількість годин –120	Семестр:	
		8-й	10 -й
Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»	*Змістових модулів –6	Лекції	
		8 год.	8год.
		Практичні	
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 6	16 год.	8год.
		Самостійна робота	
		96 год.	112 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Розв’язання прикладних задач методами нечітких множин» є надання систематичних знань студентам напряму підготовки «Інформаційні системи та технології» з основних теоретичних положень та методів комп’ютерного моделювання складних динамічних систем; методів для обробки нечіткої інформації та великих масивів даних і використання їх у комп’ютерних системах, оперування вхідними даними, заданими нечітко та розв’язання задач прийняття рішення в умовах неповної і нечіткої інформації; застосуванню теорії нечітких множин, як інструментарію для аналізу і обробки даних при розв’язанні реальних проблем в умовах невизначеності.

Дисципліна розрахована на один семестр.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями щодо основних теоретичних положень та методів комп’ютерного моделювання складних динамічних систем та набути вмінь їх застосування;
- набуття вмінь розв’язання задач прийняття рішення в умовах неповної і нечіткої інформації;
- оволодіння теоретичними знаннями щодо методів обробки нечіткої інформації та великих масивів даних і використання їх у комп’ютерних системах;
- набуття вміння оперування вхідними даними, заданими нечітко та розв’язання задач прийняття рішення в умовах неповної і нечіткої інформації;
- оволодіння знаннями щодо аналізу і обробки даних при розв’язанні реальних проблем в умовах невизначеності;
- оволодіння знаннями щодо базових аспектів теорії нечітких множин і нечіткої логіки;
- набуття вміння виконувати операції над нечіткими множинами;
- засвоєння основних принципів системного аналізу та нечіткого моделювання.

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
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	Опитування на парі Захист практичної роботи.
КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
КЗ 6. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
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.	Опитування на парі Захист практичної роботи.
ПР 4 Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.	Опитування на парі. Виконання завдань. Захист практичної роботи.
ПР 16 Розробляти та використовувати математичні моделі для інтерпретації теоретичних і прикладних задач.	Опитування на парі Захист практичної роботи.

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
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	Методи: - практичні методи: досліди, вправи,

1	2
<p>КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації з використанням математичних моделей і методів.</p>	<p>навчальна праця;</p> <ul style="list-style-type: none"> - аналіз та синтез; - індуктивні та дедуктивні методи; - репродуктивні та точні методи; - проблемно-пошуковий, евристичний метод. <p style="text-align: center;">Контрольні заходи:</p> <p>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 style="text-align: center;">Контрольні заходи:</p> <p>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 style="text-align: center;">Контрольні заходи:</p> <p>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.</p> <p>ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проєктування.</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 проєктування 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>

Міждисциплінарні зв'язки. Для розуміння змісту курсу студент повинен мати знання основ наступних дисциплін: теорія множин, дискретна математика, теорія ймовірностей. Теоретична частина курсу «Розв'язання прикладних задач методами нечітких множин» може служити серйозною підготовчою базою для подальшого вивчення питань із проблем комп'ютерного моделювання складних систем. Матеріали, що надаються у курсі «Розв'язання прикладних задач методами нечітких множин» можуть використовуватися при вивченні багатьох курсів та спецкурсів, використані при написанні наукових робіт.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Нечіткі множини. Застосування нечіткої математики при математичному та комп'ютерному моделюванні.

Історія розвитку та застосування нечіткої математики при математичному та комп'ютерному моделюванні. Нечіткі множини, як спосіб формалізації нечіткої інформації для побудови математичної моделі. Теоретичні основи теорії нечітких множин: загальне поняття нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин, теоретико-множинні операції над нечіткими множинами. Дослідження способів формування нечітких множин з різними типами функцій приналежності, використавши модуль для роботи з нечіткою логікою SciFLLT.

Змістовий модуль 2. Порівняння множин за нечіткістю, метрикою *Характеристики нечітких множин*

Визначення відстані між нечіткими множинами. Індокси нечіткості. Методики побудови множин за умовою нечіткості: методика 1 побудови більш нечіткої множини, методика 2 побудови більш нечіткої підмножини, методика 3 побудови більш чіткої множини, методика 4 побудови більш чіткої підмножини. Визначення міри нечіткості множин. Використання сучасних комп'ютерних технологій- обчислювальні середовища FuzzyTECH та MATLAB.

Змістовий модуль 3. Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями

Поняття нечіткого відношення. Операції над нечіткими відношеннями. Проекції нечіткого відношення. Застосування обчислювального середовища FuzzyTECH.

Змістовий модуль 4. Основні види та властивості нечітких відношень

Композиція нечітких відношень. Основні властивості нечітких відношень. Види нечітких відношень. Відношення нечітких порядків.

Змістовий модуль 5. Нечіткі та лінгвістичні змінні

Змістовна інтерпретація функції належності. Поняття нечіткої та лінгвістичної змінної. Прямі методи побудови функції належності. Побудова функцій належності на основі парних порівнянь. Застосування обчислювального середовища FuzzyTECH

Змістовий модуль 6. Методи побудови функцій належності лінгвістичних термів

Параметричний перехід до побудови функцій належності. Побудова функцій належності на основі інтервальних оцінок. Методи побудови функцій належності лінгвістичних термів

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні 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.	о/д ф.	з/дист ф.					
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	3	2	1	1	2	1	12	13	7	11	18
2	15	3	2	1	1	2	1	12	13	3	9	12
3	15	3	2	1	1	2	1	12	13	2	3	5
4	15	3	2	1	1	2	1	12	13	1	4	5
5	15	6	4	2	2	4	2	9	11	5	5	10
6	15	6	4	2	2	4	2	9	11	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	24	16	8	8	16	8	66	74	23	37	60
Підсумковий семестровий контроль	30	30	30					30	30	20	20	40

залік											
Загалом	120							100			

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист. ф.
1	Нечіткі множини. Застосування нечіткої математики при математичному та комп'ютерному моделюванні	1	1
2	Характеристики нечітких множин	1	1
3	Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями	1	1
4	Основні види та властивості нечітких відношень	1	1
5	Нечіткі та лінгвістичні змінні	2	2
6	Методи побудови функцій належності лінгвістичних термів	2	2
	Всього	8	8

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	<i>Лабораторна робота №1.</i> Нечіткі множини. Застосування нечіткої математики при математичному та комп'ютерному моделюванні	2	1
2	<i>Лабораторна робота №2.</i> Характеристики нечітких множин	2	1
3	<i>Лабораторна робота №3.</i> Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями	2	1
4	<i>Лабораторна робота №4.</i> Основні види та властивості нечітких відношень	2	1
5	<i>Лабораторна робота №5.</i> Нечіткі та лінгвістичні змінні	4	2
6	<i>Лабораторна робота №6.</i> Методи побудови функцій належності лінгвістичних термів	4	2
	Всього	16	8

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Нечіткі множини. Застосування нечіткої математики при математичному та комп'ютерному моделюванні	12	13
2	Характеристики нечітких множин	12	13
3	Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями	12	13
4	Основні види та властивості нечітких відношень	12	13
5	Нечіткі та лінгвістичні змінні	9	11
6	Методи побудови функцій належності лінгвістичних термів	9	11
	Всього	96	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"> - Історія виникнення теорії нечітких множин. - Нечіткість знань. - Наведіть основні поняття теорії множин. - Наведіть способи представлення чітких множин. - Потужність множини, види множин. - Поняття універсальної множини. - Функції приналежності та методи їх побудови. - Наведіть способи представлення нечітких множин. - Нормування нечітких множин. - Носій нечіткої множини. - Зрізи нечіткої множини. - Відношення між множинами. - Нечіткі множини в системах керування. - Практичне застосування нечіткої логіки. - Операції з нечіткою логікою у пакеті Matlab. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 1 ***</i>	3
	<i>Звіт про виконання і</i>	Завдання: в табличному процесорі (зокрема, Microsoft Excel)	<i>Звіт про виконання і захист</i>	5

1	2	3	4	5
	<i>захист лабораторної роботи 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> - побудувати діаграму зазначеного у в варіанті типу; - побудувати гістограму частот для статистичних дани відповідно до індивідуального варіанту. <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>	<i>лабораторної роботи 1 ***</i>	
1	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 2</i>	<p>Питання для підготовки:</p> <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>	<p>Завдання: за допомогою програмних кодів</p> <ul style="list-style-type: none"> - побудувати діаграму зазначеного у в варіанті типу; - побудувати гістограму частот для статистичних дани відповідно до індивідуального варіанту. <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>	<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 роботи 3</i>	<p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритм розв'язання звичайного диференціального рівняння другого порядку методом кінцевих різниць. - Генерування двовимірних чисельних даних як результат чисельного експерименту. - Первинна обробка двовимірних чисельних даних. Побудова ліній тренда програмними засобами. 	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 3 ***</i>	1

1	2	3	4	5
		<p>- Вибір типу оптимальної функції для апроксимації чисельних даних.</p>		
	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3</i></p>	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Згенерувати чисельні результати $y_i = f(x_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$ <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Вимоги до виконання та оформлення *</p>	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 3 ***</i></p>	<p>4</p>
<p>2</p>	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 4</i></p>	<p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 4 ***</i></p>	<p>2</p>

1	2	3	4	5
		<p>найменших квадратів.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реалізація алгоритму методу найменших квадратів засобами програмного забезпечення. 		
	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4</i></p>	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знайти інтерполяційний многочлен Лагранжа $y = L(x)$, який проходить через усі точки дискретної залежності (1). До розв'язання застосувати будь-який пакет прикладних програм, що дозволяє проводити символні обчислення. - 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>	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 4 ***</i></p>	<p>5</p>
<p>Усього за ЗМ 2 контр. заходів</p>	<p>4</p>			<p>12</p>
<p>3</p>	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5</i></p>	<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 сплякни Безьє: рівняння 	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 5 ***</i></p>	<p>2</p>

1	2	3	4	5
		<p>сплайнів.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритм де Кастельжо побудови сплайнів Безье. - Области застосування. Апроксимація ламаних сплайнами Безье 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. 		
	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 5</i></p>	<p>Завдання: 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 роботах. Для візуалізації обрати таке взаємне розташування графіків, їх типів, яке найбільш вигідне для їх аналізу. Вимоги до виконання та оформлення *</p>	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 5 ***</i></p>	<p>3</p>
<p>Усього за ЗМ 3 контр. заходів</p>	<p>2</p>			<p>5</p>
<p>4</p>	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6</i></p>	<p>Питання для підготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p><i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 6 ***</i></p>	<p>1</p>

1	2	3	4	5
		їх упорядкування.		
	<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 практичної роботи 7</i>	Питання для підготовки: - Властивості білінійної інтерполяції. - Алгоритм білінійної інтерполяції в декартовій системі координат просторі і в циліндричній системі координат. Застосування білінійної інтерполяції в комп'ютерній графіці. - 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	<i>Теоретичне опитування при захисті лабораторної роботи 7 ***</i>	5

1	2	3	4	5
		<p>точки розміщення і характеристик камери, підбір текстури і матеріалу зображення, що створює проекцію тривимірного об'єкта на площині при рендерінгу.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 триангуляції. - Поняття полігональної сітки, елементи її моделювання, способи зберігання. - Ідеї сплайнового і NUBR-моделювання, спільні характеристики і відмінності. 		
	<p><i>Звіт про виконання і захист лабораторної роботи 7</i></p>	<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>	<p><i>Звіт про виконання і захист практичної роботи 7 ***</i></p>	<p>5</p>
<p>Усього за ЗМ 5 контр. заходів</p>	<p>2</p>			<p>10</p>

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 системі координат. - Побудова поверхонь в криволінійній системі координат: циліндричній і сферичній системах координат. - Алгоритми візуалізації тривимірних чисельних даних, засновані на триангуляції. - 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 висуюються 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 практичної 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	Завдання 1 оцінюється максимум у 5 балів, завдання 2 – 15 балів. Оцінка за кожне завдання обчислюється за формулою (1)	20

		<p>програмний пакет (5 б.).</p> <p>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.).</p> <p>Вимоги до виконання та оформлення ⁽³⁾</p>		
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.

9. Рекомендована література

Основна

1. Паклін, Н. Нечітка логіка - математичні основи [Електронний ресурс] / Н. Паклін. – Режим доступу: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/math/>
2. Месюра, В. І. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою : лабораторний практикум. Частина 1. Математичні основи нечіткої логіки. В. І. Месюра, Л. М. Ваховська, В. В. Колодний – Вінниця :ВНТУ, 2014. – 124 с.
3. Півкін, В. Я. Нечіткі множини в системах управління: навч. посібник [Електронний ресурс] / В. Я. Півкін, Е. П. Бакулін, Д. І. Кореньков; під ред. проф. Ю. М. Золотухіна. –Режим доступу: <http://www.vevivi.ru/best/Nechetkie-mnozhestva-v-sistemakhupravleniya-ref41397.html>
4. Штовба, С. Д. Вступ в теорію нечітких множин і нечітку логіку [Електронний ресурс] / С. Д. Штовба. - Режим доступу: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>
5. Заде Л. А. Примітка про модальну логіку та теорії можливостей / Л.А. Заде. – інф наук, 1973. -156с И. П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

Додаткова:

1. Підлісний Н. і., Рубанов В. р Елементи систем автоматичного управління і контролю. -Київ: Вища школа, 1991.-461с
2. О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. Моделі та методи прийняття рішень Навч. посіб. -Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010. - 336 с.
3. Moulin, Nerve. "Axiomatic Cost and Surplus-Sharing," Working Papers 2001-06, Rice University, Department of Economics, 2001.
4. Бараненко В., Войнаков А. Оптимальне проектування конструкцій при випадковій та нечіткій інформації про навантаження/Theoretical Foundations of civil Engineering. – XV Warsaw. – 2007. – P.25-32
5. Клименко М.И., Кондратьева Н.А., Мухин В.В., Сологуб Ю.В., Чопоров С.В. Визуальное выделение особых точек и характерных линий изломов исследуемой поверхности // Вісник Запорізького національного університету: фізико математичні науки. Запоріжжя: ЗНУ, 2011. №1. С. 50-55.

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/mathsforeconomists>.
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 візуалізація даних, які ви можете використовувати на веб-сайті. *Тупографія Азбука*. URL : <https://azbyka.com.ua/uk/instrumenty-vizualizatsiya-dannyh/>.