

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету


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

«02» 09 2021

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ ДАНИХ

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 Д'яченко Н.М., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної математики.

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри
фундаментальної математики

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 р.

Завідувач кафедри


(підпис) Гребенюк С.М.
(ініціали, прізвище)


Ухвалено науково-методичною радою
математичного факультету

Протокол № 1 від «02» 09 2021 р.

Голова науково-методичної ради
математичного факультету


(підпис) О.С. Пшенична
(ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом


(підпис) О.В. Шчепета
(ініціали, прізвище)

2021 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 12 – «Інформаційні технології»	Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
		Цикл вільного вибору в межах спеціальності	
Спеціальність: 126 – «Інформаційні системи та технології	Загальна кількість годин – 120	Семестр:	
		5 -й	5 -й
Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»	Змістових модулів – 6	Лекції	
		28 год.	8 год.
		Практичні	
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 16	28 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		54 год.	104 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Візуалізація чисельних даних» є набуття студентами систематичних знань з методів організації візуалізації чисельних даних та вироблення навичок проведення первинної, проміжної і остаточного аналізу вхідних даних.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями щодо інструментів візуалізації чисельних даних та набути вмінь їх застосування;
- набуття вмінь візуалізувати результати статистичних досліджень за допомогою діаграм і гістограм різних типів;
- оволодіння теоретичними знаннями щодо методів інтерполяції і апроксимації двовимірних і тривимірних чисельних даних;
- набуття вміння застосовувати метод найменших квадратів для побудови неперервних кривих, що апроксимують чисельні дані;
- оволодіння знаннями щодо основних принципів і алгоритмів згладжування двовимірних і тривимірних чисельних даних;
- засвоєння знань про основні алгоритми побудови двовимірних сплайнів і області їх застосування;
- опанування алгоритму білінійної інтерполяції тривимірних чисельних даних;
- засвоєння основних етапів 3D-моделювання чисельних даних з використанням рендерінгу;
- ознайомлення з алгоритмом візуалізації тривимірних чисельних даних, заснованим на триангуляції;
- ознайомлення з основними видами 3D-моделювання: полігональним, сплайновим і NUBR-моделюванням;
- набуття вмінь побудови графіку функції двох змінних програмними засобами.

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 практичної 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 практичної робіт, теоретичне опитування при захисті практичних 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 практичної робіт та індивідуального завдання.</p>
<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 практичних робіт та індивідуальних завдань, тестування.</p>

1	2
<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 практичної 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 інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій. (ІК).

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Візуалізація чисельних даних» 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 і кваліфікаційних робіт бакалаврів та подальшої професійної діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Візуалізація результатів статистичного експерименту

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.

Алгоритм побудови гістограми за даними статистичного експерименту. Реалізація алгоритму побудови гістограм програмними засобами та інструментами.

Змістовий модуль 2. Первинна обробка двовимірних чисельних даних. Проміжний аналіз чисельних даних. Інтерполяція і апроксимація двовимірних чисельних даних

Генерування двовимірних чисельних даних як результат чисельного розв'язання звичайного диференціального рівняння другого порядку методом кінцевих різниць. Первинна обробка двовимірних чисельних даних. Побудова ліній тренда програмними засобами. Вибір типу оптимальної функції для апроксимації чисельних даних.

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.

Змістовий модуль 3. Згладжування двовимірних чисельних даних

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 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.

Змістовий модуль 4. Аналіз тривимірних даних. Білінійна інтерполяція тривимірних чисельних даних

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. 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.

Змістовий модуль 5. 3D-моделювання тривимірних об'єктів програмними засобами. Основні види 3D-моделювання

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.

Змістовий модуль 6. Побудова графіків функцій двох змінних програмними засобами

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 тріангуляції.

Дослідження властивостей візуалізованих поверхонь.

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.					
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	20	20	40
Загалом		120								100		

5. Темати лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Візуалізація результатів статистичного експерименту	2	0,5
1	Первинна обробка статистичних чисельних даних	2	0,5
2	Первинна обробка двовимірних чисельних даних	2	0,5
2	Проміжний аналіз чисельних даних. Інтерполяція і апроксимація двовимірних чисельних даних	2	0,5
3	Згладжування двовимірних чисельних даних	2	0,5
3	Кубічний сплайн. Лінійні, квадратичні і кубічні сплякни Безье. Алгоритми побудови сплайнів.	2	0,5
4	Генерування тривимірних чисельних даних як результат чисельного розв'язання диференціального рівняння в частинних похідних другого порядку методом кінцевих різниць.	2	0,5
4	Білінійна інтерполяція тривимірних чисельних даних	2	0,5
5	3D-моделювання тривимірних чисельних даних програмними засобами	2	1
5	Основні види 3D-моделювання: полігональне, сплайнове і NUBR-моделювання	4	1
6	Побудова графіків функцій двох змінних програмними засобами. Криволінійні координати.	2	1
6	Алгоритми візуалізації тривимірних чисельних даних, засновані на триангуляції	4	1
	Всього	28	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Практична робота №1. Візуалізація результатів статистичного експерименту. Побудова діаграм і гістограм за допомогою табличних процесорів (зокрема, Microsoft Excel)	2	1
1	Практична робота №2. Побудова діаграм і гістограм за допомогою програмних кодів	2	1
2	Практична робота №3. Генерування двовимірних чисельних даних та їх первинна обробка	2	1
2	Практична робота №4. Інтерполяція і апроксимація чисельних даних. Апроксимація двовимірних чисельних даних Інтерполяція двовимірних чисельних даних	2	1
3	Практична робота №5. Застосування спеціальних бібліотек для графічного зображення двовимірних даних за допомогою програмних кодів	4	1
4	Практична робота №6. Генерування тривимірних чисельних даних та їх первинна обробка	4	1
5	Практична робота №7. Білінійна інтерполяція тривимірних чисельних даних. Реалізація алгоритму білінійної інтерполяції тривимірних чисельних даних за допомогою пакетів комп'ютерної алгебри Графічне зображення поверхні, що визначається білінійною інтерполяцією в пакетах комп'ютерної алгебри або в табличному процесорі.	6	1
6	Практична робота №8. Побудова поверхонь, що визначають тривимірні дані та їх інтерполюють за допомогою програмних кодів. 3D-моделювання тривимірних чисельних даних програмними засобами Основні види 3D-моделювання Побудова поверхні, що визначена графіком функції двох змінних в декартовій системі координат програмними кодами. Побудова поверхні, що визначена білінійною інтерполяцією програмними кодами.	6	1
Всього		28	8

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Візуалізація результатів статистичного експерименту	4	7
1	Первинна обробка двовимірних чисельних даних	3	6
2	Проміжний аналіз чисельних даних. Інтерполяція і апроксимація двовимірних чисельних даних	7	13
3	Згладжування двовимірних чисельних даних	7	13
4	Білінійна інтерполяція тривимірних чисельних даних	7	13
5	3D-моделювання тривимірних чисельних даних програмними засобами	1	5
5	Основні види 3D-моделювання	2	6
6	Побудова графіків функцій двох змінних програмними засобами	3	11
Всього		34	74

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 практичної 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 практичної роботи 1</i> ***	3
	<i>Звіт про виконання і захист практичної 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 практичної роботи 1</i> ***	5
1	<i>Теоретичне опитування при захисті практичної 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 практичної роботи 2</i> ***	4
	<i>Звіт про виконання і захист практичної 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 практичної роботи 2</i> ***	6
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	4			18
2	<i>Теоретичне опитування при захисті практичної роботи 3</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 практичної роботи 3</i> ***	1

1	2	3	4	5
		<p>чисельного експерименту.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Первинна обробка двовимірних чисельних даних. Побудова ліній тренда програмними засобами. - Вибір типу оптимальної функції для апроксимації чисельних даних. 		
	<p><i>Звіт про виконання і захист практичної роботи 3</i></p>	<p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Згенерувати чисельні результати $y_i = f(x_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$ - 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 практичної роботи 3</i> ***</p>	<p>4</p>
<p>2</p>	<p><i>Теоретичне опитування при захисті практичної 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 найменших квадратів. - Реалізація алгоритму методу найменших квадратів засобами програмного забезпечення. 	<p><i>Теоретичне опитування при захисті практичної роботи 4</i> ***</p>	<p>2</p>
	<p><i>Звіт про виконання і захист практичної 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 	<p><i>Звіт про виконання і захист практичної роботи 4</i> ***</p>	<p>5</p>

1	2	3	4	5
		<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 практичної 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 практичної 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 практичної роботи 5 ***</i>	2
	<i>Звіт про виконання і захист практичної 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 практичної 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 практичної 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 практичної роботи 6 ***</i>	1
	<i>Звіт про виконання і захист практичної 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 практичної 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.	<i>Теоретичне опитування при захисті практичної роботи 7 ***</i>	5

1	2	3	4	5
		<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 практичної 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 практичної роботи 7 ***</i>	5
Усього за ЗМ 5 контр.	2			10

1	2	3	4	5
заходів				
6	<i>Теоретичне опитування при захисті практичної 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 триангуляції. - Дослідження властивостей візуалізованих поверхонь. 	<i>Теоретичне опитування при захисті практичної роботи 8 ***</i>	5
	<i>Звіт про виконання і захист практичної 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 практичної роботи 8 ***</i>	5
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	2			10
Усього за змістові модулі контр. заходів	16			60

* До кожної практичної роботи потрібно скласти **звіт про їх виконання**, 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, що передбачає застосування засобів MS Excel / системи комп'ютерної алгебри MAPLE / програмного коду на мові високого рівня. Файл відповідної реалізації долучається до звіту.

Захист практичної роботи є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів виконання завдання.

*** 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 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. Єфімов Ю. В. Комп'ютерна графіка: Adobe двома руками [Текст] : навч. посіб. Київ : Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2018. 120 с.
2. Козяр, М. М., Фещук Ю.В. Комп'ютерна графіка: AutoCAD : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. реком. МОНУ. Херсон : Видавець Грінь Д.С., 2015. 304 с.
3. Нікітенко О.М. Maple. Розв'язання інженерних та наукових задач : навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2014. 289 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/4192/1/posibn.pdf>
4. Пічугін, М. Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. Комп'ютерна графіка : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. рек. МОНМСУ. Київ: Центр учбової літератури, 2013, 2020. 346 с.
5. Linge S., Langtangen H. P. Programming for Computations - Python : A Gentle Introduction to Numerical Simulations with Python 3.6. 2nd ed. Cham : Springer, 2020. 323 p.

Додаткова:

1. Choporov, S., Homeniuk, S., Grebenyuk, S. Optimized smoothing of discrete models of the implicitly defined Geometrical Objects' surfaces. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled*. 2018, 3(4-93). P. 52–60
2. Choporov, S., Homeniuk, S., Grebenyuk, S., Kudin, O. Development of a method for triangulation of inhomogeneous regions represented by functions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled*. 2019, 4(4-100). P. 21–27
3. Алексеев Е. Р. Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. Москва: ИТ Пресс, 2006, 496 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0030989.djvu>
4. Баяковский Ю.М. Игнатенко А.В., Фролов А.И. Графическая библиотека OpenGL: учебно-методическое пособие. Москва : МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003. 130 с.
6. Васильков Д.М. Геометрическое моделирование и компьютерная графика: вычислительные и алгоритмические основы [электронный курс] : курс лекций. Минск : БГУ, 2011. 203 с. URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/27612/1/vasilkov.pdf>
5. Веселовська, Г. В., Ходаков В.Є., Веселовський В.М. Основи комп'ютерної графіки : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. реком. МОНУ. Київ. : ЦУЛ, 2004. 390 с.
7. Головчук, А.Ф., Кепко, О. І., Чумак Н. М. Інженерна та комп'ютерна графіка : навчальний посібник рекомендовано МОН України. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 160 с.
6. Гоменюк С.І., Толок О.В. Методичні вказівки до лекційних занять з курсу «Чисельна та комп'ютерна графіка» : для студ. спец. «Прикладна математика», «Інформатика», «Математика». Запоріжжя : ЗНУ, 2005. 36 с.
8. Гребенюк С. М., Клименко М. І., Д'яченко Н. М., Красікова І. В., Тітова О. О., Леонтьєва В. В. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної : навч. посіб. для студ. математ. фак-тів вищ. навч. закл. рек. МОНУ. Ч. 2. Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 499 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2013/12/0030893.pdf>
7. Грищак Д. В. Комп'ютерна алгебра у розв'язанні прикладних задач механіки конструкцій зі змінними параметрами: монографія. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 220 с.
8. Грищак В. З., Гребенюк С. М., Левчук С. А. Методи обчислень: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 86 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2015/02/0034407.doc>
9. Гурский, Ю., Гурская И., Жвалевский А. Компьютерная графика : Photoshop CS, CorelDRAW 12, Illustrator CS. Санкт-Петербург: Питер, 2005. 812с. + CD0433. (Библиотека программиста. Трюки&эффекты).
10. Иванов, В. П., Батраков А. С Трехмерная компьютерная графика /под ред. акад. РАЕН Г.М. Полищука. Москва : Радио и связь, 1995. 224 с.

11. 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*. 2011. №1. С. 50-55.
12. Ковальов Ю. М., Ванін В.В. Інженерна комп'ютерна графіка. Київ : Каравела, 2004. 344 с.
13. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн.1. для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології» / Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 304 с. URL: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22337/1/Komp_graf_knyga_1.pdf
14. Мартынов, Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5-х: вычисления, визуализация, программирование. Москва : Кудиц-Образ, 2000. 336 с.
15. Математика : методичні вказівки до написання курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету / Гоменюк С. І., Гребенюк С. М., Зіновєєв І. В., Манько Н. І.-В., Спиця О. Г., Ткаченко І. Г. Запоріжжя: ЗНУ, 2017. 52 с.
16. Михайленко, В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка : підруч. / за ред. В. Є. Михайленка. 3-тє вид. Київ: Каравела, 2004. 344 с.
17. Мухин В.В. Аппарат визуального анализа свойств поверхности, заданной аналитическим способом. *Вісник Запорізького державного університету*. 1999. №2. С.73 – 78.
18. Мухин В.В., Чопоров С.В. Автоматизация визуального анализа. *Вісник Запорізького національного університету: фізико-математичні науки*. 2006. №1. С.101 – 104.
19. Мухин В.В., Чопоров С.В. Итерационный алгоритм разбиения области. *Вісник Запорізького національного університету: фізико-математичні науки*. 2008. №1. С. 136 – 138.
20. Мухін, В. В., Лісняк А.О., Лисенко О.А. Комп'ютерна графіка : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів напрямів підготовки «Прикладна математика», «Інформатика». Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 45 с.
21. Поляков В.А. Методы и алгоритмы компьютерной графики в примерах на Visual C++. - Санкт-Петербург : ВHV-СПб., 2003. 560 с.
22. Роджерс. Д. Математические основы машинной графики. Москва : Мир, 2001. 512 с.
23. Френсис, Х. OpenGL программирование компьютерной графики / Хилл Френсис ; пер. с англ. А. Шкадова. 2-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2002. 1082 с.
24. Фримен Э., Робсон Э. Изучаем программирование на JavaScript. Санкт-Петербург : Питер, 2015. 640 с.
25. Цурін, О. П., Цуріна Н.О. Комп'ютерна графіка : навч. посібник для дистанц. навчання. Київ : Ун-т "Україна", 2005. 165с.
26. Энджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. Москва : Издательский дом Вильямс, 2003. 592 с.

**Наукові публікації автора курсу
за тематикою дисципліни за 2018-2021 рр.**

1. Дьяченко Н. Н., Мухин В. В., Мистюк В. Ю., Юрченко А. К. Решение плоской контактной задачи с учетом трения и шероховатости, деформирующейся по нелинейным законам. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2018, №2. С. 29-43. DOI: 10.26661/2413-6549-2018-2-04 URL: <http://visnykznu.org/issues/2018/2018-mf-2/6.pdf> (Index Copernicus)
2. Дегтяренко П.Г., Грищак В.З., Грищак Д.Д., Дьяченко Н.Н. К проблеме равноустойчивости подкрепленной оболочечной конструкции при комбинированном нагружении. *Космическая наука и технология*. 2019. Т.25, №6(121). С. 3-14 doi: <https://doi.org/10.15407/knit2019.06.003> URL: <https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/knit/2019-25/knit-2019-25-6-01-degtyarenko.pdf> (Web of Science)
3. Gristchak V., Hryshchak D., Dyachenko N., Degtiarenko P . Stability and rational design of the «barrel-ogive» type strengthened shell structures under combined loading. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4/7 (106) 2020. P. 6-15. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/209228/210801> (Scopus)

4. Gristchak V.Z, Dyachenko N.M. Axial force effect on the overall buckling of a compound reinforced shell structure with the positive gaussian curvature at an external pressure. In collective monograph: O. V. Choporova, S. V. Choporov, A. O. Lisnyak, S. ets. *Mathematical and computer modelling of engineering systems* / In edition by V. S. Hudramovich. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2020. С. 35-49. URL:
<http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/89/2217/4792-1> .
5. Дегтярьов О. В., Грищак В. З., Акімов Д. В., Гоменюк С. І., Гребенюк С. М., Дегтяренко П. Г., Д'яченко Н. М., Клименко Д. В., Клименко М. І., Кудін О. В., Ларіонов І. Ф., Сіренко В. М., Чопоров С. В. Математичні моделі та прогнозування руйнівних навантажень в ракетно-космічних системах : колективна монографія / за ред. О. В. Дегтярьова, В. З. Грищака, В. М. Сіренка. Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2020. 260 с.

Інформаційні ресурси

1. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Внутрішній ресурс]. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=5774>
2. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. URL: https://www.twirpx.com/files/#files_informatics
3. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з математики. URL: https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics
4. Бібліотека оцифрованої технічної та математичної літератури. URL: <https://techlibrary.ru/>
5. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
6. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
7. Новая электронная библиотека. URL: <http://www.newlibrary.ru/>
8. Maplesoft Media Releases. URL: <https://www.maplesoft.com/company/news/releases/2021/2021-03-10-maple-2021-provides-even-more-tools-to-help-students-learn-math.aspx>
9. Рекурсия и рекурсивные алгоритмы. URL: <http://www.tvd-home.ru/recursion>
10. Computer Graphics Tutorial. URL: https://www.tutorialspoint.com/computer_graphics/index.htm
11. Інструменти візуалізація даних, які ви можете використовувати на веб-сайті. URL: <https://azbyka.com.ua/uk/instrumenty-vizualizatsiya-dannyh/>