

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Декан інженерно-технічного
факультету**

дов. Йолана ГОЛИК

“ 20 ” червня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Рівень вищої освіти – перший (бакалавр)

Галузь знань – F – Інформаційні технології

Спеціальність – F7 – Комп’ютерна інженерія

Освітня програма – «Комп’ютерні системи та мережі»

Статус дисципліни – обов’язкова

Мова навчання – українська

Ужгород 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичний аналіз» для здобувачів вищої освіти галузі знань F – «Інформаційні технології» спеціальності F7 – «Комп'ютерна інженерія» освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» – 38с.

Розробники: Тютюнникова Г.С. старший викладач кафедри комп'ютерних систем та мереж; Гапак О.М., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, канд. пед. наук, доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та мереж

протокол № 13 від «25» червня 2025 р.

Завідувач кафедри _____ доц. Петро ГОРВАТ
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

протокол № 6 від «27» червня 2025 р.

Голова науково-методичної комісії _____ доц. Володимир ЦИГИКА
(підпис)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом		
	денна форма навчання		
Кількість кредитів ЄКТС – 12,5	Рік підготовки:		
Загальна кількість годин – 375	1-й	2-й	
Кількість модулів – 6	Семестр		
	1-й	2-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,0/ 2,9/ 2,9 год самостійної роботи студента – 5,0/ 2,9/ 2,9 год	Лекції		
	32 год	24 год	24 год
	Практичні (семінарські)		
	32 год	10 год	14 год
Вид підсумкового контролю: екзамен/ залік/екзамен	Лабораторні		
	26 год	10 год	14 год
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота		
	90 год	46 год	53 год

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення навчальної дисципліни «Математичний аналіз» – дати студентам фундаментальну базову підготовку, необхідну для розв’язання як теоретичних, так і практичних задач; допомогти студентам у формуванні особистості, його інтелекту і здатності до логічного і алгоритмічного мислення; виховання у студентів математичної культури, розуміння ролі і місця математики в сучасній цивілізації і в світовій культурі; виробити у студентів уміння самостійно розширювати математичні знання та застосовувати їх при розв’язанні прикладних задач; виробити практичні навички користування сучасними засобами обчислювальної техніки.

Основне завдання даного курсу – засвоїти основні розділи математики та вміння застосовувати їх на практиці традиційним способом, а також вміти застосовувати їх з використанням сучасних комп’ютерних технологій та навчити формалізувати прикладну задачу і приводити її до типових сучасних задач відповідних теорій.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- інтегральна (здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності у комп’ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп’ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов);

- загальні (ЗК1-здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; ЗК2-здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; ЗК3-здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК10 -здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Математичний аналіз» є фундаментальною дисципліною для всіх технічних спеціальностей і не потребує передумов вивчення.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.	ПРН1
Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах	ПРН2
Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей	ПРН8
Уміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії	ПРН 11
Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.	ПРН20

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Математичний аналіз»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Уміння сприймати та розуміти надану математичну інформацію у повному обсязі. Уміння застосовувати математичні знання у процесі розв'язання професійних задач, побудови математичних моделей.	ПРН1, ПРН2
Знання елементів теорії множин та комбінаторики; теорії границь послідовностей; поняття функції, границі функції та неперервність; основи диференціального та інтегрального числення; основні типи диференціальних рівнянь та методи їх розв'язання, основи теорії функцій однієї комплексної змінної, теорію функціональних рядів та елементів математичної фізики	ПРН8, ПРН11
Уміння виконувати математичні перетворення та розрахунки, які необхідні для розробки та використання технічного об'єкту (ТО) та програмного об'єкту (ПО) і які потребують застосування основних понять, законів і методів математичного аналізу.	ПРН20

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Робоча програма з дисципліни “Математичний аналіз”, що читається на першому та другому курсах ІТФ спеціальності «Комп’ютерна інженерія» має шість модулів (по два в кожному семестрі).

Перший модуль складається з п’яти (T1-T5) та трьох тем (T1, T2 і T3) відповідно в першому та другому змістовному модулях; другий модуль налічує три (T1, T2 і T3) та дві (T1 та T2) теми в кожному змістовному модулі відповідно. Третій модуль має чотири (T1-T4) і три теми (T1, T2 і T3), а четвертий — чотири (T1-T4) та дві теми (T1 та T2) відповідно в кожному змістовному модулі. П’ятий модуль складається із трьох тем (T1-T3), шостий із (T1-T3 у першому змістовному модулі, T1, T2 у другому та T1, T2 у третьому).

Використовуються методи усного контролю та письмового контролю. Поточний контроль передбачає: опитування студентів під час захисту лабораторних робіт та опитування на лекціях; контрольні роботи, індивідуальні, самостійні та тестові завдання. Підсумковий контроль передбачає екзамен у першому семестрі, залік — у другому семестрі та екзамен — у третьому семестрі.

Для контролю знань розроблено: перелік теоретичних питань та типових завдань, (наведено в додатку); завдання для самостійної роботи, зі змістом яких студенти ознайомлюються на початку семестру.

Оцінка ECTS, яку студент отримує після вивчення кредитного модуля дисципліни, визначається відповідно до рейтингу студента. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує протягом семестру за такі види робіт:

1. Модульна контрольна робота (МКР) тривалістю по 2 акад. години. Максимальна кількість балів за МКР – 60 балів.

2. Виконання лабораторних робіт.

Протягом вивчення дисципліни студенти виконують 3 лабораторні роботи у першому та другому модулі (максимальна кількість балів – 40), 2 роботи – у третьому модулі та 2 роботи у четвертому модулі (максимальна кількість балів – по 40 балів). У п’ятому та шостому модулі студенти виконують 3 лабораторні роботи (максимальна кількість балів – 20), та 2 роботи (максимальна кількість балів – 20).

Бали із індивідуальної та самостійної роботи студентів нараховуються за: підготовку рефератів, модернізацію завдань, за творчий підхід до виконання завдань, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни: 0-10 балів за кожен модуль. Кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середнє арифметичне балів з двох модулів.

Необхідною умовою допуску до іспиту є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та зарахування контрольних робіт. У кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів отриманих за кожний модуль.

Розподіл балів, які отримують студенти за модуль приведені в таблицях.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне тестування (опитування)								Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2			10	50	100
T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3			
4	6	6	4	6	4	4	6			

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне тестування (опитування)					Самостійна робота		Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		10		50	100
T1	T2	T3	T1	T2				
7	8	10	7	8				

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне тестування (опитування)							Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			10	50	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3			
8	5	5	5	5	7	5			

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне тестування (опитування)						Самостійна робота	Письмова контрольн а робота	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2		10	50	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2			
5	5	7	8	7	8			

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 5)

Поточне тестування (опитування)			Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1			10	50	100
T1	T2	T3			
20	15	5			

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 6)

Поточне тестування (опитування)					Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		10	50	100
T1	T2	T3	T1	T2			
8	7	10	7	8			

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
	Кількість	Максимальна кількість балів	Кількість	Максимальна кількість балів	Кількість	Максимальна кількість балів	Кількість	Максимальна кількість балів
Практичні (семінарські) заняття	5	20	5	20	4	20	4	20
Лабораторні заняття (виконання та захист)	4	20	5	20	3	20	3	20
Самостійна робота	1	10	1	10	1	10	1	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	50	1	50	1	50
Разом		100		100				
Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 5		Модуль 6					
	Кількість	Максимальна кількість балів	Кількість	Максимальна кількість балів				
Практичні (семінарські) заняття	5	20	3	20				
Лабораторні заняття (виконання та захист)	3	20	2	20				
Самостійна робота	1	10	1	10				
Модульна контрольна робота	1	50	1	50				
Разом		100		100				

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота містить шість завдань. Перші два завдання включають теоретичний матеріал і, в залежності від відповіді студента на питання, вони оцінюються від 0 до 10 балів за кожне питання. Наступні 4 завдання – це практична частина, за допомогою якої можна дізнатись про засвоєння матеріалу. Третє та четверте завдання цієї частини оцінюються від 0 до 7 балів, а п'яте та шосте – від 0 до 8 балів за кожне. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює 50 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання екзамену допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35. Екзамен з навчальної дисципліни студент може не складати, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка. Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 іспит складають обов'язково. Студент може підвищити на екзамені оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти заліки та екзамени без додаткового опитування за такою шкалою:

Сумарні бали	Оцінка ECTS	Екзамен (диф. залік)	Залік
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	Задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

...

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1 Зміст навчальної дисципліни

I СЕМЕСТР

Модуль 1 Вступ до математичного аналізу

Змістовий модуль 1. Числові множини, послідовності, ряди.

Тема 1. Початкове знайомство з роботою програми Mathcad.

Обчислення виразів.

Тема 2. Елементи теорії множин. Поняття множини. Операції над множинами. Числові множини: множина натуральних, цілих, раціональних, ірраціональних, дійсних і комплексних чисел. Числові проміжки. Окіл точки. Модуль (абсолютна величина) числа і його властивості.

Тема 3. Комплексні числа та операції над ними. Комплексні числа. Зображення комплексних чисел на площині. Модуль і аргумент комплексного числа. Алгебраїчна форма комплексного числа. Тригонометрична форма комплексного числа. Формула Ейлера. Показникова форма комплексного числа. Основні дії над комплексними числами. Корені з комплексного числа.

Тема 4. Числові послідовності. Основні означення. Збіжні послідовності. Нескінченно малі і нескінченно великі. Основні властивості збіжних послідовностей. Границя монотонної послідовності. Число e . Підпослідовності та їх властивості. Критерій Коші.

Тема 5. Числові ряди. Основні поняття. Збіжність і сума ряду. Методи дослідження збіжності: ознаки порівняння, Д'Аламбера, Коші, Ряд Лейбніца. Дії над рядами.

Змістовий модуль 2. Функції однієї змінної.

Тема 1. Поняття функції. Змінні і постійні величини. Поняття функції. Область визначення і множина значень функції. Способи задання функції. Деякі властивості функцій. Явно і неявно задані функції. Параметрично задані функції. Обернені функції. Складні функції. Основні елементарні функції. Елементарні функції. Побудова графіків складних функцій методом перетворення графіків базових функцій.

Тема 2. Границя функції. Означення границі функції. Односторонні границі. Границя функцій на нескінченності й нескінченні границі. Властивості границь. Перша важлива границя. Друга важлива границя. Нескінченно малі і нескінченно великі функції та їх порівняння. Невизначені вирази. Розкриття деяких типів невизначеностей.

Тема 3. Неперервність функцій. Точки розриву. Означення неперервності функції. Неперервність функції в точці. Точки розриву функції та їх класифікація. Загальні властивості неперервних функцій. Властивості функцій, неперервних на відрізку. Неперервність елементарних функцій.

Модуль 2. Дослідження функцій за допомогою похідних

Змістовий модуль 1. Похідні і диференціали функції однієї змінної

Тема 1. Похідні функції однієї змінної. Приріст аргументу і приріст функції. Означення похідної, її механічний і геометричний зміст. Правила

диференціювання. Диференціювання складної функції. Похідні основних елементарних функцій. Похідні вищих порядків.

Тема 2. Диференціали функції однієї змінної. Диференціал функції та його геометричний зміст. Зв'язок диференціала з похідною. Застосування диференціала для наближених обчислень. Диференціали вищих порядків..

Тема 3. Основні теореми диференціального числення та їх застосування. Теореми про середнє значення (Роля, Лагранжа, Коші) та їх застосування. Правила Лопіталя. Формула Тейлора та її застосування.

Змістовий модуль 2. Застосування похідних для дослідження функцій.

Тема 1. Монотонність функції. Локальний екстремум. Умови монотонності функцій. Умови локального екстремуму. Знаходження найбільшого і найменшого значень функції.

Тема 2. Поняття опуклості і вгнутості графіка функцій. Дослідження функції. Умови опуклості й угнутості. Точки перегину. Достатні умови точки перегину. Асимптоти. Дослідження функції.

II СЕМЕСТР

Модуль 3. Інтегральне числення функції однієї змінної

Змістовий модуль 1. Первісна функції (невизначений інтеграл)

Тема 1. Многочлени та раціональні функції. Многочлени. Теорема Безу. Основна теорема алгебри. Розклад многочлена з дійсними коефіцієнтами на лінійні та квадратні множники. Правильні і неправильні раціональні дроби. Виділення цілої частини в неправильному дробі. Розклад правильних раціональних дробів на найпростіші.

Тема 2. Невизначений інтеграл. Первісна функція та її властивості. Невизначений інтеграл і його властивості. Таблиця основних невизначених інтегралів.

Тема 3. Основні методи інтегрування. Основні методи інтегрування: безпосереднє інтегрування, метод заміни змінної, частинами. Інтегрування дробово-раціональних функцій.

Тема 4. Інтегрування виразів, що містять тригонометричні та ірраціональні функції. Інтегрування деяких виразів, що містять тригонометричні функції. Інтегрування диференціальних біномів. Інтегрування дробово-лінійних ірраціональностей. Інтегрування квадратичних ірраціональностей.

Змістовий модуль 2. Визначений інтеграл

Тема 1. Означення визначеного інтеграла. Задачі, що приводять до поняття визначеного інтеграла. Інтегральні суми та їх властивості. Означення визначеного інтеграла. Властивості визначеного інтеграла. Формула Ньютона-Лейбніца. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами.

Тема 2. Невласні інтеграли. Інтеграли з нескінченими межами. Інтеграли від розривних функцій.

Тема 3. Застосування визначених інтегралів. Обчислення площ плоских фігур. Обчислення об'єму тіла за відомими площами поперечних перерізів. Обчислення об'єму та площі поверхні тіла обертання.

Модуль 4. Функції багатьох змінних. Кратні та криволінійні інтеграли

Змістовий модуль 1. Функції багатьох змінних.

Тема 1. Функції багатьох змінних. Означення функції багатьох змінних. Область визначення. Геометричне зображення функції двох змінних. Границя функції багатьох змінних. Неперервність функцій багатьох змінних. Основні властивості неперервних функцій.

Тема 2. Похідні функцій багатьох змінних. Частинні похідні. Диференційованість функції. Похідні складних функцій. Диференціювання функцій трьох і більше змінних.

Тема 3. Диференціали функції багатьох змінних. Повний диференціал. Застосування повного диференціала для наближених обчислень. Дотична площина й нормаль до поверхні. Геометричний зміст повного диференціалу. Похідна за напрямом. Градієнт функції. Частинні похідні й диференціали вищих порядків. Формула Тейлора для функції двох змінних. Неявні функції. Теорема існування. Диференціювання неявних функцій.

Тема 4. Екстремуми функцій багатьох змінних. Локальний екстремум. Необхідні умови екстремуму. Достатні умови екстремуму. Знаходження найбільших і найменших значень функції. Умовний екстремум функції двох змінних. Метод множників Лагранжа. Метод найменших квадратів.

Змістовий модуль 2. Кратні та криволінійні інтеграли

Тема 1. Кратні інтеграли. Подвійні і потрійні інтеграли, їх властивості, заміна змінних, обчислення і застосування.

Тема 2. Криволінійні інтеграли 1-го і 2-го роду. Незалежність інтегрування від форми шляху. Застосування криволінійних інтегралів. Поняття про поверхневі інтеграли. Площа поверхні.

ІІІ СЕМЕСТР

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння.

Тема 1. Диференціальні рівняння першого порядку. Основні поняття і означення. Задача Коші. Рівняння з відокремленими змінними та змінними, що відокремлюються. Однорідні диференціальні рівняння і рівняння, що зводяться до них. Лінійні диференціальні рівняння та рівняння, які зводяться до лінійних. Метод варіації сталої. Рівняння в повних диференціалах. Диференціальні рівняння не розв'язані відносно похідної. Обвідна, особливі розв'язки. Рівняння Лагранжа і Клеро.

Тема 2. Диференційні рівняння вищих порядків. Основні поняття і означення. Задача Коші. Диференціальні рівняння, які допускають пониження порядку. Лінійні диференційні рівняння вищих порядків. Лінійні рівняння із сталими коефіцієнтами. Метод варіації сталих. Рівняння із спеціальною правою частиною.

Тема 3. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коші. Теорема існування і єдиності. Системи диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Функціональні ряди.

Тема 1. Функціональні ряди: основні поняття. Рівномірна збіжність функціональних послідовностей. Рівномірна збіжність функціональних рядів. Диференціювання та інтегрування функціональних рядів.

Тема 2. Степеневі ряди. Радіус збіжності. Ряди Тейлора і Маклорена. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень.

Тема 3. Перетворення Фур'є. Гармонічні Коливання. Тригонометричний Ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є. Ряд Фур'є для парних і непарних функцій. Ряд Фур'є для 2-ї періодичних функцій. Ряд Фур'є за ортогональною системою функцій. Приклади ортогональних многочленів. Інтеграл Фур'є.

Змістовий модуль 3. Елементи теорії функції комплексної змінної.

Тема 1. Функція комплексної змінної. Основні поняття. Границя й неперервність. Диференційованість і аналітичність. Інтеграл від функції комплексної змінної. Інтегральна теорема Коші. Інтегральна формула Коші. Існування похідних будь-якого порядку для аналітичних функцій. Гармонічні функції. Елементарні функції комплексної змінної.

Тема 2. Ряди з комплексними членами. Числові ряди. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Властивості степеневого ряду всередині його круга збіжності. Ряди Тейлора. Ізольовані особливі точки. Ряди Лорана. Лишки та їх застосування. Обчислення лишків. Застосування лишків до обчислення інтегралів.

6.2 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1 Числові множини, послідовності, ряди						
Тема 1. Початкове знайомство з роботою програми Mathcad. Обчислення виразів	4			2		2
Тема 2. Елементи теорії множин	6	2				4
Тема 3. Комплексні числа та операції над ними	16	4	4			8
Тема 4. Числові послідовності	16	4	2	2		8
Тема 5. Числові ряди	22	4	4	4		10
Разом за змістовим модулем 1	64	14	10	8		32
Змістовий модуль 2 Функції однієї змінної						
Тема 1. Поняття функції	6	2	2			4
Тема 2. Границя функції	11	2	2	2		6
Тема 3. Неперервність функцій.	9	2	2	2		4
Разом за змістовим модулем 2	26	6	6	4		14
Разом за модуль 1	90	16	16	12		46
Модуль 2						
Змістовий модуль 1. Похідні і диференціали функції однієї змінної						
Тема 1. Похідні функції однієї змінної	12	2	2	2		6
Тема 2. Диференціали функції однієї змінної	16	4	2	2		8
Тема 3. Основні теореми диференціального числення та застосування	18	4	4	2		8
Разом за змістовим модулем 1	46	10	8	6		22
Змістовий модуль 2. Застосування похідних для дослідження функцій						
Тема 1. Монотонність функції. Локальний екстремум	20	2	4	4		10
Тема 2. Поняття опуклості і вгнутості графіка функцій. Дослідження функції	24	4	4	4		12
Разом за змістовим модулем 2	44	6	8	8		22
Разом за модуль 2	90	16	16	14		44
Разом за I семестр	180	32	32	26		90

1	2	3	4	5	6	7
Модуль 3						
Змістовий модуль 1. Первісна функції (невизначений інтеграл)						
Тема 1. Многочлени та раціональні функції	5	1	1	1		2
Тема 2. Невизначений інтеграл	5	2		1		2
Тема 3. Основні методи інтегрування	6	2	1	1		2
Тема 4. Інтегрування виразів, що містять тригонометричні та ірраціональні функції	6	1	1			4
Разом за змістовим модулем 1	22	6	3	3		10
Змістовий модуль 2. Визначений інтеграл						
Тема 1. Визначений інтеграл	7	2		1		4
Тема 2. Невласні інтеграли	5	2	1			2
Тема 3. Застосування визначених інтегралів	8	2	1	1		4
Разом за змістовим модулем 2	20	6	2	2		10
Разом за модуль 3	42	12	5	5		20
Модуль 4						
Змістовий модуль 1. Функції багатьох змінних						
Тема 1. Функції багатьох змінних	5	1				4
Тема 2. Похідні функцій багатьох змінних	8	1	1			6
Тема 3. Диференціали функції багатьох змінних	6	2	1	1		2
Тема 4. Екстремуми функцій багатьох змінних	8	2	1	1		4
Разом за змістовим модулем 1	27	6	3	2		16
Змістовий модуль 2. Кратні та криволінійні інтеграли						
Тема 1. Кратні інтеграли	8	2	1	1		4
Тема 2. Криволінійні інтеграли 1-го та 2-го роду. Поняття про поверхневий інтеграл	13	4	1	2		6
Разом за змістовим модулем 2	21	6	2	3		10
Разом за модуль 4	48	12	5	5		26
Разом за II семестр	90	24	10	10		46
Всього годин	270	56	42	36		136
Модуль 5						
Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння						
Тема 1. Диференціальні рівняння першого порядку	20	4	4	4		6
Тема 2. Диференційні рівняння вищих порядків	20	6	3	3		8
Тема 3. Системи звичайних диференціальних рівнянь.	15	2	1	1		11
Разом за змістовим модулем 1	55	12	8	8		25
Усього за модуль 5	55	12	8	8		25

Модуль 6						
Змістовий модуль 2. Функціональні ряди						
Тема 1. Функціональні ряди: основні поняття	6	2				4
Тема 2. Степеневі ряди.	10	2	2	2		4
Тема 3. Перетворення Фур'є	7	2	1	2		2
Разом за змістовим модулем 2	23	6	3	4		10
Змістовий модуль 3. Елементи теорії функції комплексної змінної						
Тема 1. Функція комплексної змінної: основні поняття	11	2	2			4
Тема 2. Ряди з комплексними членами	16	4	1	2		6
Разом за змістовим модулем 3	27	6	3	2		10
Усього за модуль 6	50	12	6	6		28
Разом за III семестр	105	24	14	14		53
Всього годин	375	80	56	50		189

6.3 Теми практичних занять

I СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Комплексні числа та операції над ними	4
2	Числові послідовності та числові ряди	4
3	Границя функції	2
4	Неперервність функцій. Точки розриву	4
5	Похідна функції однієї змінної	4
6	Диференціали функції однієї змінної	4
7	Монотонність функції. Локальний екстремум	2
8	Поняття опуклості і вгнутості графіка функцій. Дослідження функції	4
9	Многочлени та раціональні функції	4
Разом		32

II СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Невизначений інтеграл. Основні методи інтегрування.	2
2	Інтегрування виразів, що містять тригонометричні та ірраціональні функції	2
3	Визначений інтеграл. Невласні інтеграли. Застосування визначених інтегралів	2
4	Похідні функцій багатьох змінних. Диференціали функції багатьох змінних	2

5	Екстремуми функцій багатьох змінних	2
6	Кратні інтеграли	2
7	Криволінійні інтеграли 1-го та 2-го роду. Поняття про поверхневий інтеграл	2
Разом		10

III СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 5		
1	Рівняння з відокремленими змінними та змінними, що відокремлюються. Однорідні диференціальні рівняння і рівняння, що зводяться до них. Лінійні диференціальні рівняння та рівняння, які зводяться до лінійних. Метод варіації сталої. Рівняння в повних диференціалах. Диференціальні рівняння не розв'язані відносно похідної. Обвідна, особливі розв'язки. Рівняння Лагранжа і Клеро.	5
2	Диференційні рівняння вищих порядків. Диференціальні рівняння, які допускають пониження порядку. Лінійні диференційні рівняння вищих порядків. Лінійні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Метод варіації сталих. Рівняння із спеціальною правою частиною.	2
3	Системи диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами.	1
Разом за модуль 1		8
Модуль 6		
4	Функціональні ряди. Степеневі ряди	2
5	Перетворення Фур'є. Елементи теорії функції комплексної змінної.	2
6	Ряди з комплексними членами	2
Разом за модуль 2		6
Разом		14

6.4. Теми лабораторних занять I СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Початкове знайомство з роботою програм Mathcad.	2
3	Числові послідовності. Числові ряди.	4
4	Границя функції. Неперервність функцій	4
5	Похідні та диференціали функції однієї змінної	6
6	Монотонність функції. Локальний екстремум. Дослідження функцій за допомогою похідних.	6
7	Многочлени та раціональні функції	4
Разом		26

II СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Невизначений інтеграл. Основні методи інтегрування	2
2	Визначений інтеграл та його застосування	2
3	Невласні інтеграли	2
4	Кратні інтеграли	2
5	Криволінійні інтеграли 1-го та 2-го роду. Поняття про поверхневий інтеграл	2
Разом		10

III СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку.	2
2	Розв'язання лінійних диференціальних рівнянь першого порядку, рівнянь у повних диференціалах та рівнянь Лагранжа і Клеро	2
3	Лінійні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Диференціальні рівняння вищих порядків. Системи звичайних диференціальних рівнянь	4
Разом за модуль 1		8
Модуль 2		
4	Степеневі ряди Тейлора і Маклорена. Розклад функції в ряд Фур'є.	4
5	ТФКЗ	2
Разом за модуль 2		6
Разом		14

6.5 Самостійна робота I СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Початкове знайомство з роботою програми Mathcad	2
2	Елементи теорії множин	4
3	Комплексні числа та операції над ними	8
4	Числові послідовності	6
5	Числові ряди	8
6	Границя функції	10
7	Неперервність функцій. Точки розриву	6
8	Похідні функції однієї змінної	10
9	Диференціали функції однієї змінної	6
10	Основні теореми диференціального числення	8
11	Монотонність функції. Локальний екстремум	10
12	Поняття опуклості і вгнутості графіка функцій. Дослідження функції	12
	Разом	90

II СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Многочлени та раціональні функції	2
2	Невизначений інтеграл	2
3	Основні методи інтегрування	4
4	Інтегрування виразів, що містять тригонометричні та ірраціональні функції	4
5	Визначений інтеграл.	4
6	Невласні інтеграли	2
7	Застосування визначених інтегралів	4
8	Функції багатьох змінних	6
9	Похідні функцій багатьох змінних	4
10	Диференціали функції багатьох змінних	4
11	Екстремуми функцій багатьох змінних	4
12	Кратні інтеграли	2
13	Криволінійні інтеграли 1-го та 2-го роду. Поняття про поверхневий інтеграл. Площа поверхні	4
	Разом	46

III СЕМЕСТР

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Диференціальні рівняння першого порядку. Задачі, що приводять до диференціальних рівнянь 1-го порядку.	11
2	Диференціальні рівняння вищих порядків. Задачі, що приводять до диференціальних рівнянь 2-го порядку.	8
3	Розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами.	7
4	Застосування функціональних та степеневих рядів.	6
5	Ряди Фур'є.	2
6	Елементарні функції комплексної змінної.	7
7	Лишки та їх застосування.	4
8	Основи математичної фізики	8
	Разом	53

6.6 Індивідуальні завдання

Підготовка рефератів на задані теми (в тому числі і винесені на самостійне вивчення) та виконання контрольних і лабораторних робіт.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Лабораторні роботи виконуються на персональних комп'ютерах із встановленою операційною системою Windows, Linux. Програмне забезпечення: математичні пакети вільного доступу, аналогу MathCad.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література

1. Вища математика: Підручник: У 2 кн. – К.: Либідь, 2003. – Кн. 1. Основні розділи / Г.Й. Призва і ін. – 400 с.
2. Вища математика: Підручник: У 2 кн. – К.: Либідь, 2003. – Кн. 2. Спеціальні розділи / Г.Л. Кулініч і ін. – 400 с.
3. Поляк С. С. Практикум з вищої математики. Частина II. Вступ до математичного аналізу; диференціальне та інтегральне числення: навч. посібник, Ужгородський ун-т, 1994. – 37 с.
4. Король І.Ю. Методичні вказівки і завдання до лабораторних робіт з курсу «Математичний аналіз». Основні розділи для студентів 1-го курсу інженерно-технічного факультету, напряму підготовки «Комп'ютерна інженерія». Частина 1. / І.Ю. Король, П.П. Горват, О.М. Гапак, С.І. Мигалина, Г.С. Тютюнникова // Ужгород: видавництво ПП «АУТДОР-ШАРК», 2019. – 60с.
5. Король І.Ю. Методичні вказівки і завдання до лабораторних робіт з курсу «Математичний аналіз». Основні розділи для студентів 1-го курсу інженерно-технічного факультету, напряму підготовки «Комп'ютерна інженерія». Частина 2. / І.Ю. Король, П.П. Горват, О.М. Гапак, С.І. Мигалина, Г.С. Тютюнникова // Ужгород: видавництво ПП «АУТДОР-ШАРК», 2019. – 52с.
6. Гапак О.М. Методичні вказівки і завдання до лабораторних робіт з курсу «Математичний аналіз. Додаткові розділи» для студентів 2-го курсу інженерно-технічного факультету, напряму підготовки «Комп'ютерна інженерія» / О.М. Гапак, І.Ю. Король, П.П. Горват, // Ужгород: видавництво ПП «АУТДОР-ШАРК», 2013. – 68с.

Допоміжна

1. Вища математика: Збірник задач: Навч. посібник /Дубовик В.П., Юрик І.І. та ін.– Київ: Вища шк., 1999. - 480 с.
2. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник: : У 2 чт. – К.: Техніка, 2000. – Ч.1. – 792 с.
3. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник: : У 2 чт. – К.: Техніка, 2000. – Ч.2. – 792 с.

9. ДОДАТКИ

Перелік питань та завдань до модульного контролю

Модуль № 1

Теоретичні питання

1. Елементи теорії множин.
2. Поняття множини. Операції над множинами. Геометричне зображення множин.
3. Знаходження числа елементів об'єднання та перерізу множин.
4. Числові множини: множина натуральних, цілих, раціональних, ірраціональних, дійсних і комплексних чисел. Числові проміжки. Окіл точки. Модуль (абсолютна величина числа).
5. Поняття комплексного числа. Зображення комплексних чисел на площині. Модуль і аргумент комплексного числа.
6. Алгебраїчна форма комплексного числа. Дії над комплексними числами, поданими в алгебраїчній формі.
7. Тригонометрична форма комплексного числа. Дії над комплексними числами, поданими в тригонометричній формі.
8. Показникова форма комплексного числа. Формула Ейлера. Основні дії над комплексними числами, поданими в показниковій формі.
9. Комплексні корені квадратного рівняння. Застосування комплексних чисел для виведення деяких тригонометричних формул.
10. Застосування комплексних чисел для обчислення площі многокутника.
11. Означення та приклади числових послідовностей. Границя числової послідовності. Збіжна та розбіжна послідовності.
12. Теорема про єдину границю збіжної послідовності (з доведенням).
13. Означення нескінченно малої, нескінченно великої та обмеженої послідовностей. Основні властивості збіжних послідовностей (основні леми).
14. Основні теореми про границі числових послідовностей. Границя монотонної послідовності. Теорема Вейерштрасса.
15. Теорема про вкладені відрізки (з доведенням).
16. Число e , як границя числової послідовності. Натуральні логарифми.
17. Означення підпослідовності. Лема Больцано-Вейерштрасса. Фундаментальна послідовність. Критерій Коші.
18. Означення числового ряду та частинної суми ряду. Збіжність і сума ряду.
19. Геометрична прогресія і гармонічний ряд (доведення збіжності, розбіжності).
20. Гармонічний ряд (доведення розбіжності). Найпростіші властивості числових рядів.
21. Поняття знакододатного ряду. Ознаки порівняння.
22. Ознаки Д'Аламбера й Коші.
23. Ряд Лейбніца. Дії над рядами.
24. Змінні і постійні величини. Поняття функції. Область визначення і множина значень функції. Способи задання функції.

25. Деякі властивості функцій: монотонність, обмеженість, парність і непарність, періодичність. Явно і неявно задані функції. Параметрично задані функції. Обернені функції. Складені функції.
26. Основні елементарні функції. Елементарні функції.
27. Побудова графіків складних функцій методом перетворення графіків базових функцій.
28. Означення границі функції. Односторонні границі.
29. Границя функцій на нескінченності й нескінченні границі. Властивості границь.
30. Перша важлива границя.
31. Друга важлива границя.
32. Нескінченно малі і нескінченно великі функції та їх порівняння.
33. Невизначені вирази. Розкриття деяких типів невизначеностей.
34. Різні означення неперервності функції в точці. Неперервність функції на інтервалі та відрізьку.
35. Точки розриву функції та їх класифікація.
36. Загальні властивості неперервних функцій. Основні теореми.
37. Рівномірна неперервність. Теорема Кантора.

Типові практичні завдання

1. Дані множини описати перерахуванням усіх їхніх елементів
2. Дано: $z_1 = \frac{1}{6} - i \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}}$, $z_2 = \frac{8}{2} + i \cdot \frac{8}{2}$. Записати дані комплексні числа у тригонометричній формі і обчислити $(z_1 \cdot z_2)^7$.
3. Дано: $z_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$, $z_2 = -\frac{7}{5} - i \cdot \frac{7}{5}$. Записати дані комплексні числа у тригонометричній формі і обчислити $\sqrt[3]{\frac{z_2}{z_1}}$.
4. Побудувати графік функції, користуючись перетворенням графіків основних елементарних функцій:
 а) $y = \left| \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right) \right|$; б) $y = \left(\frac{1}{3}\right)^{|(x-2)|} + 1$; в) $y = |\ln(x-2)| - 1$.
5. Написати перших п'ять членів послідовностей:
 а) $\left\{ x_n = \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)^2 + 1} \right\}$; б) $\left\{ x_n = \frac{2n-1}{2n+1} \right\}$.
6. Довести, що послідовність $\{x_n\}$ із загальним членом x_n має своєю границею число a :
 а) $x_n = 1 - \frac{1}{n-1}$, $a = 1$; б) $x_n = \frac{2}{n^3}$, $a = 0$.

7. Знайти границі послідовностей із загальним членом x_n :

а) $x_n = \frac{n^3}{(n+2)^3}$; б) $x_n = \sqrt{n} \cdot (\sqrt{n+2} - \sqrt{n})$; в) $x_n = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \dots + \frac{1}{3^n}$; г) $x_n = \frac{3-5n+7n^2}{n^3+n^2-15}$.

8. Довести, що послідовність $\{x_n\}$ – зростаюча, якщо $x_n = \frac{n}{n+1}$.

9. Довести, що послідовність $\{x_n\}$ – спадна, якщо $x_n = \frac{n}{3^n}$.

10. Дослідити збіжність ряду, користуючись необхідною ознакою і ознакою порівняння:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3}{(3n-2)^2}$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\ln n}{\sqrt[4]{n^5}}$.

11. Використовуючи ознаку Д'Аламбера, дослідити на збіжність:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{(n+2) \cdot 2^n}$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{(n+2)!}$.

12. Дослідити на збіжність ряди за допомогою ознаки Коші:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n+2}{2n+1}\right)^n$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{\ln^n(n+1)}$.

13. Знайти границі функції:

а) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 7x - 4}{x^2 - 5x + 4}$; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+1}{x-4}\right)^x$; в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x}{x^2}$; г) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - 5x + 3}{x^3 - 1}$.

14. При якому значенні a функція $f(x) = \begin{cases} \sin x, & x \leq \frac{\pi}{2} \\ a - x, & x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$ буде неперервною?

Побудувати її графік.

15. Скільки точок розриву і якого роду має функція $f(x) = \frac{1}{\ln|x-2|}$? Побудувати

її графік.

16. Дослідити функцію на неперервність і побудувати схематично її графік:

а) $f(x) = \frac{3}{|x-2|} - \frac{1}{2}$; б) $f(x) = \begin{cases} \cos x, & x < 0, \\ x^2, & 0 < x \leq 1, \\ \frac{1}{x-3}, & x > 1. \end{cases}$

Модуль № 2

Теоретичні питання

1. Похідна функції. Означення похідної. Деякі задачі, що приводять до поняття похідної. Механічний та геометричний зміст похідної.
2. Зв'язок між неперервністю і диференційованістю.
3. Основні правила диференціювання.
4. Похідні основних елементарних функцій. Похідні вищих порядків.
5. Диференціал функції та його застосування для наближених обчислень.
6. Основні теореми диференціального числення: Ролля, Лагранжа, Коші та їх застосування. Геометричний зміст теорем.
7. Формула Тейлора та її застосування.
8. Застосування похідних для обчислення границь. Правило Лопітала.
9. Зростання і спадання функції. Означення. Достатня умова зростання (спадання) функції.
10. Необхідна умова зростання (спадання) функції.
11. Означення монотонної функції. Алгоритм знаходження інтервалів монотонності функції.
12. Означення локального екстремуму функції. Необхідна умова екстремуму.
13. Перша достатня умова локального екстремуму. Перше правило дослідження функції на екстремум.
14. Друга достатня умова локального екстремуму. Друге правило дослідження функції на екстремум.
15. Найбільше та найменше значення функції на відрізку. Схема знаходження найбільшого та найменшого значення.
16. Опуклість, угнутість та точки перегину функції.
17. Асимптоти графіка функції.
18. Загальна схема дослідження функції та побудова її графіка.
19. Основні теореми диференціального числення: Ролля, Лагранжа, Коші та їх застосування. Геометричний зміст теорем.
20. Формула Тейлора та її застосування.
21. Застосування похідних для обчислення границь. Правила Лопітала.
22. Зростання і спадання функції. Означення. Достатня умова зростання (спадання) функції.
23. Необхідна умова зростання (спадання) функції.
24. Означення монотонної функції. Алгоритм знаходження інтервалів монотонності функції.
25. Означення локального екстремуму функції. Необхідна умова екстремуму.
26. Перша достатня умова локального екстремуму. Перше правило дослідження функції на екстремум.
27. Друга достатня умова локального екстремуму. Друге правило дослідження функції на екстремум.

28. Найбільше та найменше значення функції на відрізку. Схема знаходження найбільшого та найменшого значення.
29. Опуклість, угнутість та точки перегину функції.
30. Асимптоти графіка функції.
31. Загальна схема дослідження функції та побудова її графіка.

Типові практичні завдання

- Користуючись означенням похідної, знайти $f'(x)$.
а) $f(x) = \sqrt[3]{x}$ у точці $x = 8$; б) $f(x) = \operatorname{tg} x$ у точці $x = \pi/4$.
- Тіло, яке вільно падає, рухається за законом $S = \frac{gt^2}{2}$, де $g = 9,80 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння. Знайти середню швидкість руху за проміжок часу від $t = 5\text{с}$ до $(t + \Delta t)\text{с}$, приймаючи $\Delta t = 1\text{с}; 0,1\text{с}; 0,05\text{с}$.
- Дано рівняння прямолінійного руху $S = t^3 + t^2 + 2$, де шлях подано в метрах, а час – у секундах. Знайти середню швидкість руху: а) за перші 2с ; б) за проміжок часу від $t = 2\text{с}$ до $t = 3\text{с}$.
- Скласти рівняння дотичної до параболи $y^2 = 4x + 2$ паралельної до прямої $3x - 2y + 6 = 0$.
- Скласти рівняння дотичної до гіперболи $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$ в точці $M\left(5; \frac{9}{4}\right)$.
- Знайти похідні функцій:
а) $y = \frac{1}{\sqrt[5]{x^3}} - \frac{\sqrt{x}}{3} + x^3$; б) $y = \frac{1}{3}x^3 \cdot \sin 3x$; в) $y = \frac{\operatorname{ctg} x}{x+1}$; г) $y = (2x-1) \cdot \operatorname{ctg}(x+5)$; д) $y = 3\operatorname{tg} \frac{x^2-1}{x}$;
е) $y = x\sqrt{x} \cdot (3\ln x - 2)$; є) $y = \ln \operatorname{tg} \frac{3x+2}{6}$; ж) $y = x \cdot \arcsin 3^x$; з) $y = \frac{4x}{x^2-6} + x \cdot \operatorname{arctg} x$.
- Знайти похідну функції, заданої неявно: $F(x, y) = x^2 + y^2 - 2y + 3x - 1$.
- Знайти похідну функції, заданої параметрично: $\begin{cases} x(t) = t - \sin t \\ y(t) = 1 - \cos t \end{cases}$.
- Знайти диференціали першого і другого порядків функції:
а) $y = \operatorname{arctg} x$; в) $y = \ln\left(3x + \frac{1}{\ln x}\right)$; б) $y = \left(\frac{1}{\sqrt{x}} - 5x\right)^4$; г) $y = \sin^2\left(\frac{x}{4}\right)$.
- Знайти наближене значення приросту функції $y = \sin x$ при зміні x від 45° до $45^\circ 5'$. Чому дорівнює $\sin 45^\circ 5'$?
- Дослідити неперервність і диференційованість функції:
$$f(x) = \begin{cases} x + 0,25 & \text{при } x < 0,5, \\ 2x - x^2 & \text{при } x \geq 0,5 \end{cases}$$
- Знайти $y''(0)$ і $y'''(0)$, якщо: $y(x) = e^{3x} \cdot \sin 2x$.
- Знайти похідні другого порядку функцій:
а) $y = e^{-5x^2}$; б) $y = x^2 \cdot \sqrt{1-x^2} + x \cdot \arcsin x$; в) $y = \frac{\arccos x}{\sqrt{1-x^2}}$; г) $y = e^{2x} \cdot \ln(x+1)$.

14. Знайти $y^{(20)}$ функції: а) $y = \frac{1+x}{\sqrt{1-x}}$; б) $y = x^2 \cdot \operatorname{sh} x$.
15. Знайти диференціали вказаних порядків:
а) $y = \operatorname{arctg} 2x$, $d^3 y = ?$ б) $y = \frac{x+5}{(2x+3)^2}$; знайти $d^5 y$ при $x = 0$.
16. Знайти границі, застосовуючи правило Лопіталю:
а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{5^x - 1}{\sin x}$; б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{2x} + 3x^2 - 1}{3x - \operatorname{tg}^3 x}$; в) $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\pi - 2x) \cdot \operatorname{tg} x$; г) $\lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{1}{\ln(x-1)} - \frac{1}{x-2} \right)$.
17. Знайти інтервали монотонності функції $y = x^2 e^{-x}$. Знайти екстремум функції $y = x - \ln(1+x)$.
18. Знайти екстремум функції $y = x + \sqrt{1-x}$ за допомогою другої похідної.
19. Знайти найбільше і найменше значення функції $y = x + 2\sqrt{x}$ на $[0;4]$.
20. Знайти точки перегину і інтервали опуклості і вгнутості графіка функції $y = x^3 - 5x^2 + 3x - 5$.
21. Знайти асимптоти графіка функції $y = \frac{2x^2 + 3x - 5}{x - 1}$.
22. Дослідити функцію $y = \frac{x^2}{x^2 - 1}$ і побудувати її графік.

Модуль № 3

Теоретичні питання

- Основні відомості про раціональні функції. Теорема Безу. Основна теорема алгебри. Теорема про кількість коренів многочлена.
- Розклад многочлена з дійсними коефіцієнтами на лінійні та квадратні множники.
- Правильні і неправильні раціональні дроби. Виділення цілої частини в неправильному дробі. Розклад правильних раціональних дробів на найпростіші.
- Поняття первісної функції та невизначеного інтеграла. Основні властивості первісної та невизначеного інтеграла. Таблиця основних невизначених інтегралів.
- Основні правила інтегрування. Безпосереднє інтегрування та інтегрування заміною змінної.
- Інтегрування частинами. Основні типи інтегралів, що інтегруються частинами.
- Розклад многочлена з дійсними коефіцієнтами на лінійні та квадратні множники.
- Правильні і неправильні раціональні дроби. Виділення цілої частини в неправильному дробі. Розклад правильних раціональних дробів на найпростіші.
- Інтегрування дробово-раціональних функцій.
- Визначений інтеграл. Обчислення площі криволінійної трапеції.

11. Основні властивості визначеного інтеграла. Теорема про середнє значення.
12. Інтеграл із змінною верхньою межею інтегрування. Формула Ньютона-Лейбніца.
13. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами.
14. Невласні інтеграли з нескінченими межами та від необмежених функцій.
15. Застосування визначених інтегралів.

Типові практичні завдання

1. Користуючись методом безпосереднього інтегрування та методом заміни змінної, обчислити інтеграли:

а) $\int \left(\frac{2}{\sqrt{x}} + \frac{3}{x} + \frac{5}{x^2} \right) dx$; б) $\int tg^2 x dx$; в) $\int x \cdot \sqrt{5x^2 + 2} dx$; г) $\int e^x \cdot \sin(e^x) dx$.

2. Користуючись методом безпосереднього інтегрування та методом заміни змінної, обчислити інтеграли:

а) $\int \left(\frac{2}{\sqrt{x}} + \frac{3}{x} + \frac{5}{x^2} \right) dx$; б) $\int tg^2 x dx$; в) $\int x \cdot \sqrt{5x^2 + 2} dx$; г) $\int e^x \cdot \sin(e^x) dx$.

3. Використовуючи метод інтегрування частинами, знайти інтеграли:

а) $\int \frac{x dx}{\sin^2 x}$; б) $\int x^2 \cdot \ln(1+x) dx$.

4. Обчислити інтеграли, що містять тригонометричні, раціональні та ірраціональні функції:

а) $\int \frac{x dx}{(x+1)(2x+1)}$; б) $\int \frac{dx}{x \cdot (x^2 + 2)}$; в) $\int \frac{dx}{x^2(x-1)}$; г) $\int \frac{dx}{(x^2 + 9)^3}$; д) $\int \frac{\sqrt{x} dx}{3x - \sqrt{x^2}}$;

е) $\int x \sqrt{\frac{x-1}{x+1}} dx$; є) $\int \sin^3 x \cos^2 x dx$; ж) $\int \sin^4 x dx$.

5. Обчислити інтеграли: а) $\int_1^2 \frac{dx}{x^2 + x}$; б) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^3 x dx$; в) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 x dx$; г) $\int_1^2 \frac{e^x dx}{x^2}$;

д) $\int_0^1 \frac{dx}{x^2 + 2x + 2}$; є) $\int_0^3 \frac{x dx}{\sqrt{1+2x}}$; є) $\int_e^{e^2} \frac{dx}{x \ln x}$; ж) $\int_0^1 x e^x dx$; з) $\int_0^{2\pi} \cos 5x \cos x dx$.

6. Дослідити збіжність наступних невластних інтегралів:

а) $\int_1^{+\infty} \frac{\ln(x+1) dx}{x}$; б) $\int_1^{+\infty} \frac{x^2 + 1}{x^3} dx$; в) $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[3]{2-4x}}$; г) $\int_1^3 \frac{dx}{\sqrt{x^2 - 6x + 9}}$.

7. Знайти площу фігури, обмежену заданими лініями:

а) $y = -x^2$, $x + y - 2 = 0$; б) $y = x^3$, $y = x^2$; в) $y = \sqrt{x}$, $y = 2 - x$, $y = 0$;

г) $y = \frac{4}{x}$, $x = 2$, $y = x$; в) $y = \sin x$, $x = 0$, $x = \pi$; $y = 0$; г) $y = -x^2$, $y = 2e^x$, $x = 0$, $x = 1$.

8. Обчислити об'єм тіл, утворених обертанням навколо осі Ох фігур, обмежених заданими лініями:

а) $y = -x^2$, $x + y - 2 = 0$; б) $y = x^3$, $y = x^2$; в) $y = \sqrt{x}$, $y = 2 - x$, $y = 0$;

г) $y = \frac{4}{x}$, $x = 2$, $y = x$; в) $y = \sin x$, $x = 0$, $x = \pi$; $y = 0$; г) $y = -x^2$, $y = 2e^x$, $x = 0$, $x = 1$.

9. Обчислити довжину дуг кривих: а) $y = \ln \sin x$ від $x = \frac{\pi}{3}$ до $x = \frac{\pi}{2}$,

б) $x = \frac{1}{3}t^3 - t$, $y = t^2 + 2$ від $t = 0$ до $t = 3$, в) $\rho = \theta^2$ від $\theta = 0$ до $\theta = \pi$.

Модуль № 4

Теоретичні питання

1. Означення функції кількох змінних. Область визначення та множина значень.
2. Способи задання функції кількох змінних. Лінії рівня.
3. Границя функції багатьох змінних. Неперервність функцій багатьох змінних.
4. Частинні прирости і частинні похідні першого порядку.
5. Повний приріст і повний диференціал.
6. Геометричний зміст повного диференціалу.
7. Застосування повного диференціала для наближених обчислень.
8. Частинні похідні і повні диференціали вищих порядків.
9. Формула Тейлора для функції двох змінних. Неявні функції. Теорема існування. Диференціювання неявних функцій.
10. Похідна за напрямом. Градієнт.
11. Екстремум функції кількох змінних.
12. Використання критерію Рауса-Гурвіца для дослідження екстремуму функції.
13. Умовний екстремум. Метод множників Лагранжа.
14. Метод найменших квадратів.
15. Означення подвійного інтегралу. Геометричний зміст подвійного інтегралу. Властивості.
16. Обчислення подвійних інтегралів в прямокутних декартовій і полярних системах координат.
17. Застосування подвійних інтегралів: а) обчислення об'ємів; б) обчислення площ фігур; в) обчислення площі поверхні; г) обчислення моментів інерції плоских фігур; д) маси плоскої фігури та обчислення координат центра мас плоскої фігури; е) обчислення статичних моментів.
18. Означення потрійного інтегралу. Геометричний та механічний зміст. Властивості.
19. Обчислення потрійного інтегралу в декартовій системі координат.
20. Обчислення потрійного інтегралу в циліндричній і сферичній системах координат.
21. Застосування потрійних інтегралів для обчислення:
а) об'ємів тіл; б) моментів інерції; в) маси тіла та координат центра мас.

22. Криволінійний інтеграл першого роду. Його властивості й обчислення.
23. Застосування криволінійного інтегралу першого роду.
24. Криволінійний інтеграл другого роду. Його властивості, обчислення і застосування.
25. Поняття про поверхневий інтеграл. Площа поверхні.

Типові практичні завдання

1. Знайти область визначення D функцій:

а) $z = \sqrt{x+y} + \sqrt{x-y}$, б) $z = \ln(y^2 - 4x + 8)$, в) $z = \sqrt{x^2 + y^2 - 1} + \ln(4 - x^2 - y^2)$.

2. Побудувати лінії рівня даних функцій:

а) $z = x + y$, б) $z = \sqrt{xy}$, в) $z = x^2 y$.

3. Знайти усі похідні першого та другого порядків функцій:

а) $y = \frac{x}{y^2 + 1}$; б) $y = \sqrt{x^2 + y^2 + 1}$; в) $y = 2x^2 y - y^2 + xy$; г) $y = x \ln y - y^2 \ln y$.

4. Для заданих функцій у заданих точках знайти похідні за напрямом $\vec{l}$:

а) $f = x^2 + y^2 + z^2$, $M(0,1,1)$, $\vec{l} = \frac{1}{\sqrt{3}}(1,1,1)$; б) $f = x^2 y^2 z^2$, $M(1,0,1)$, $\vec{l} = \frac{1}{\sqrt{6}}(1,2,1)$; в)

$f = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, $M(1,1,1)$, $\vec{l} = \frac{1}{\sqrt{3}}(1,1,1)$.

5. Для заданих функцій знайти похідні за напрямом $\vec{l}$ та градієнт в точці M_0 :

а) $f = 2x^2 - 3y^2$, $\vec{l} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $M_0(0,-2)$;

б) $f = \ln \sqrt{2x^2 + 2y^2}$, $\vec{l} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $M_0(1,-1)$;

6. Знайти повний диференціал функцій:

а) $z = 2x^2 + 3y^2$, б) $z = \sqrt{2x^2 - xy}$, в) $z = \ln(1 - x^2 - y^2)$, г) $z = e^{\frac{x}{y}}$.

7. Для заданих функцій знайти і ідентифікувати стаціонарні точки:

а) $z = -2x^2 - y^2 + 20x + 10y$, б) $z = -10x^2 - 0,5y^2 + xy + 18x$,

в) $z = 2x^2 + 3y^2 - 2xy - 16x - 8y$, г) $z = 28x + 80y - x^2 - 3y^2 - xy$.

8. Знайти екстремуми функцій:

а) $z = x^2 - xy + y^2 + 9x - 6y + 20$, б) $z = e^{x-y}(x^2 - 2y^2)$, в) $z = x^3 + y^3 - 3xy$.

9. Для заданих функцій і обмежень з допомогою методу Лагранжа знайти стаціонарні точки і ідентифікувати їх:

а) $z = 3x^2 - 4y^2 + 66x - 70y + 100$, $x + y = 20$, б) $z = 2x^2 + y^2 - 6x + 16$, $x + y = 3$,

в) $z = -x^2 - 3y^2 + 6x + 4y + 4$, $x + y = 1$, г) $z = 16x + 14y - x^2 - y^2$, $x + y = 5$.

10. Методом найменших квадратів знайти рівняння прямої, що проходить через сукупність заданих точок:

x	2	3	4	5	6	7
y	2	4	3,5	5	6,5	7

a)

x	3	4	5	6	7	8
y	0,7	1,9	2,1	2,5	3,4	4,5

б)

11 задачах а)–д) обчислити повторний інтеграл

$$\text{a)} \int_0^4 dy \int_0^y \frac{y^3}{x^2 + y^2} dx \quad \text{б)} \int_1^2 dx \int_x^{x^2} (2x - y) dy \quad \text{в)} \int_0^1 dy \int_{y^2}^y x^2 y dx$$

В задачах 15–20. побудувати область інтегрування і змінити порядок інтегрування в повторному інтегралі

$$\begin{aligned} 15. & \int_0^1 dx \int_{\frac{1-x^2}{2}}^{\sqrt{1-x^2}} f(x, y) dy \\ 16. & \int_1^e dy \int_0^{\ln y} f(x, y) dx \\ 17. & \int_0^1 dx \int_0^x f(x, y) dy \\ 18. & \int_2^4 dy \int_y^4 f(x, y) dx \\ 19. & \int_0^1 dx \int_x^{2-x^2} f(x, y) dy \\ 20. & \int_1^2 dy \int_{\frac{1}{y}}^y f(x, y) dx \end{aligned}$$

В задачах 21. –23. побудувати область інтегрування D, яка обмежена даними лініями, і обчислити подвійний інтеграл

$$21. \iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: y = x, \quad x + y = 2, \quad x = 0$$

$$22. \iint_D xy dx dy, \quad D: x + y = 2, \quad x^2 + y^2 = 2y$$

$$23. \iint_D (x + 2y) dx dy, \quad D: y = x^2, \quad y = \sqrt{x}$$

В задачах 24. –26, перейшовши до полярної системи координат, обчислити подвійний інтеграл, якщо область інтегрування D задана нерівностями

$$24. \iint_D \sqrt{x^2 + y^2} dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \leq a^2, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0.$$

$$25. \iint_D (x^2 + y^2) dx dy, \quad D: x^2 + y^2 \leq 2ax.$$

$$26. \iint_D \sqrt{x^2 + y^2 - 9} dx dy, \quad D: 9 \leq x^2 + y^2 \leq 25.$$

В задачах 27–32, застосовуючи подвійний інтеграл, знайти:

$$27. \text{Площу плоскої фігури, обмеженої лінією: } \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1.$$

$$28. \text{Площу плоскої фігури, обмеженої лініями: } y^2 = 4ax, \quad x + y = 3a$$

$$29. \text{Об'єм тіла, обмеженого поверхнями } x^2 + y^2 = 4x, \quad z = x, \quad z = 2x.$$

30 Знайти масу плоскої пластинки, яка обмежена лініями $y = 0, x + y = 2, y = x^2$, густина якої $\gamma = y^2 x$

31. Знайти координати центра маси однорідної фігури, обмеженої лініями $y^2 = ax, y = x$.

32 Момент інерції однорідного трикутника, обмеженого прямими $x + y = 1, x + 2y = 2, y = 0$ відносно осей Ox і Oy .

В задачах 33. –35. обчислити потрійний інтеграл, якщо область інтегрування V обмежена даними поверхнями

33. $\iiint_V (x + y + z) dx dy dz, V: x + y + z = a, x = 0, y = 0, z = 0$

34. $\iiint_V \frac{dx dy dz}{(x + y + z + 1)^3}, V: x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = 1.$

35 $\int_0^1 dx \int_0^1 dy \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{x + y + z + 1}}$

В задачах 36. –37, перейшовши до циліндричної або сферичної системи координат, обчислити потрійний інтеграл, якщо область інтегрування V задана нерівностями

36 $\iiint_V (x^2 + y^2) dx dy dz, V: r^2 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq R^2, z \geq 0.$

37. $\iiint_V \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} dx dy dz, V: x^2 + y^2 + z^2 \leq 1, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0.$

В задачах 38. –40, застосовуючи потрійний інтеграл, знайти

38. Обчислити масу тіла, яке обмежене поверхнями $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ і густина якого $\gamma = x + y + z$.

39. Об'єм тіла, обмеженого поверхнями $x^2 + y^2 + z^2 = 4, x = 0, y = 0, z = 0$.

40. Масу кулі радіуса $R = 3$, густина якої пропорційна віддалі точки від центру кулі, причому на віддалі одиниці від центру густина рівна двом.

В задачах 41 – 43 обчислити криволінійний інтеграл 1-го роду

41 $\int_L \frac{dS}{x - y}, L$ – відрізок прямої $y = \frac{1}{2}x - 2$ між точками $A(0, -2)$ і $B(4, 0)$.

42. $\int_L (x^2 + y^2)^n dS, L$ – коло $x = a \cos t, y = a \sin t$.

43. $\int_L y dS, L$ – дуга параболи $y^2 = 2px$, що відтинається параболою $x^2 = 2py$.

В задачах 44 – 45 знайти:

44. Довжину астроїди $x = a \cos^3 t, y = a \sin^3 t$.

45. Довжину дуги просторової кривої $x = 3t, y = 3t^2, z = 2t^3$ від точки $O(0, 0, 0)$ до точки $A(3, 3, 2)$.

В задачах 46 – 47 обчислити криволінійний інтеграл 2-го роду

46. $\int_L (3x^2 + y)dx + (x - 2y^2)dy$, $L = ABCA$ – периметр трикутника із вершинами $A(0, 0)$, $B(1, 0)$, $C(0, 1)$.

47. $\int_L xydx$, L – дуга синусоїди $y = \sin x$ від $x = 0$ до $x = \pi$.

В задачах 48 – 49 обчислити криволінійний інтеграл, впевнившись, що він не залежить від шляху інтегрування.

48. $\int_{(-1,2)}^{(2,3)} xydy + ydx$ 49. $\int_{(0,1)}^{(1,2)} \frac{2xdx}{y^3} + \frac{y^2 - 3x^2}{y^4} dy$.

Модуль 5

Теоретичні питання

1. Диференціальні рівняння першого порядку (загальні поняття і означення). Задача Коші.
2. Теорема існування та єдиності розв'язку диференціального рівняння.
3. Диференціальне рівняння з відокремленими і відокремлюючими змінними.
4. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку.
5. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку.
6. Диференціальні рівняння першого порядку, які зводяться до однорідних.
7. Рівняння Бернуллі.
8. Рівняння в повних диференціалах.
9. Обвідна сім'я кривих.
10. Особливий розв'язок диференціальних рівнянь першого порядку.
11. Рівняння Клеро.
12. Рівняння Лагранжа.
13. Диференціальні рівняння вищих порядків (загальні поняття і означення). Задача Коші.
14. Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку. Загальні властивості.
15. Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Знаходження загального розв'язку.
16. Неоднорідні лінійні диференціальні рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Теорема про структуру загального розв'язку неоднорідних лінійних диференціальних рівнянь другого порядку із сталими коефіцієнтами.
17. Метод невизначених коефіцієнтів для знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами (спеціальна права частина).
18. Розв'язок лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку із сталими коефіцієнтами методом варіації довільних сталих.
19. Поняття про системи звичайних диференціальних рівнянь.

Типові практичні завдання до модуля 5

В 1–17 знайти загальний розв’язок або загальний інтеграл даного диференціального рівняння:

1. $\sqrt{y^2 + 1}dx = xydy$.
2. $xdx + (y + 1)dy = 0$.
3. $x(x + 2y)dx + (x^2 - y^2)dy = 0$.
4. $(x + 2y)dx + xdy = 0$.
5. $(y^2 - 2xy)dx + x^2dy = 0$.
6. $y' + xy = x^2 + 1$.
7. $xy' - 2y = 2x^4$.
8. $(x + y^2)dy = ydx$.
9. $y' + 2y = y^2e^x$.
10. $y' + 2xy = 2y^3x^3$.
11. $y'' - y = x^2 - x + 1$.
12. $y'' - 4y' = -12x^2 + 6x - 4$.
13. $y'' + y = 4e^x$.
14. $y'' + y = 3$.
15. $y'' + 3y' - 4y = e^{-4x} + xe^{-x}$.
16. $y'' - 2y' + y = \frac{e^x}{x}$.
17. $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$.

В задачах 18–23 знайти розв’язок задачі Коші:

18. $y' = \frac{y}{x} \ln \frac{y}{x}$.
19. $y' + \frac{3}{x}y = \frac{2}{x^3}, y|_{x=1} = 1$.
20. $xy' = x - y, y|_{x=0} = 0$.
21. $y' - y = xy^2, y|_{x=0} = 1$.
22. $y'' - 2y' = 2e^x, y|_{x=1} = -1, y'|_{x=1} = 0$.
23. $y'' + 4y = \sin 2x, y|_{x=0} = 0, y'|_{x=0} = 0$.

В задачах 24–26 знайти розв’язки (в тому числі і особливі) даних диференціальних рівнянь:

24. $y = xy' - y'^2$.
25. $y = -xy' + y'^2$.
26. $2yy' = x(y'^2 + 4)$.

В задачах 27–29 знайти загальний розв’язок систем диференціальних рівнянь:

27. $\begin{cases} x' = 2x + y \\ y' = 3x + 4y \end{cases}$
28. $\begin{cases} x' = x - y \\ y' = -4x + y \end{cases}$
29. $\begin{cases} x' = x - 3y \\ y' = 3x + y \end{cases}$

Модуль 6

Теоретичні питання

1. Функціональні ряди. Основні поняття. Рівномірна збіжність функціональних послідовностей. Рівномірна збіжність функціональних рядів. Диференціювання та інтегрування функціональних рядів.
2. Степеневі ряди. Радіус збіжності.
3. Ряди Тейлора і Маклорена.
4. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень.
5. Перетворення Фур’є. Гармонічні Коливання. Тригонометричний ряд Фур’є. Коефіцієнти Фур’є.
6. Ряд Фур’є для парних і непарних функцій.
7. Ряд Фур’є для 2-ї періодичних функцій.
8. Функції комплексної змінної. Границя й неперервність. Диференційованість і аналітичність.
9. Інтегрування функції комплексної змінної. Інтеграл від функції комплексної змінної. Інтегральна теорема Коші. Інтегральна формула Коші. Існування похідних будь-якого порядку для аналітичних функцій.
10. Ряди з комплексними членами. Числові ряди.
11. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Властивості степеневого ряду всередині його круга збіжності. Ряд Тейлора.
12. Елементарні функції комплексної змінної.

13. Ізольовані особливі точки.

14. Ряд Лорана.

15. Лишки та їх застосування. Обчислення лишків. Застосування лишків до обчислення інтегралів.

Типові практичні завдання до модуля 6

1. Розкласти функцію $y = \sin 2x$ в ряд Маклорена .

2. Розкласти функцію $y = e^{3x}$ в ряд Тейлора, в околі точки $x = 1$.

3. Обчислити наближене значення $\sin\left(\frac{\pi}{8}\right)$ з точністю $\varepsilon = 0.001$.

4. Обчислити $\int_0^{\frac{1}{3}} e^{-x^2} dx$ з точністю $\varepsilon = 0.0001$.

5. Обчислити $\sqrt{1025}$ з точністю $\varepsilon = 0.0001$.

6. Розкласти функцію в ряд Фур'є $f(x) = |x|$ на відрізку $-\pi \leq x \leq \pi$.

7. Розкласти функцію в ряд Фур'є $f(x) = x$ на відрізку $-\pi \leq x \leq \pi$.

8. Розкласти функцію в ряд Фур'є $f(x) = x - 2$ на відрізку $-2 \leq x \leq 2$.

9. Розкласти функцію комплексної змінної $f(z) = \ln(1+z)$ в ряд Тейлора в околі точки $z=0$.

10. Розкласти функцію комплексної змінної $f(z) = \sin(z)$ в ряд Тейлора в околі точки $z=0$.

11. Дослідити функцію комплексної змінної $f(z) = (z+2)^2$ на аналітичність.

12. Обчислити інтеграл від функції комплексної змінної $\int_L (z^3 + 2z) dz$ по ламаній від точки $z_1 = 2 + 2i$ до точки $z_2 = -1 + 2i$.

13. Дослідити на абсолютну збіжність ряд з комплексними членами $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(3-i)^n}{10^n n}$.

14. Дослідити на збіжність ряд з комплексними членами $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n^2} + (-1)^n \frac{i}{3n} \right)$.

15. Розкласти функцію $f(z) = \frac{1}{z^2 + z - 6}$ комплексної змінної в ряд Лорана.

16. Знайти особливі точки функції $f(z) = \frac{1}{z^2 + 4}$ та визначити їх тип.

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)
протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)
протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)
протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)
протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)