

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки
Кафедра вищої математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

"__" _____ 2019 р.

04-02-103

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Mathematical analysis

спеціальність	113 «Прикладна математика»
specialty	113 "Applied Mathematics"

Рівне — 2019

Робоча програма "Математичний аналіз" для студентів, які навчаються за спеціальністю 113 «Прикладна математика». Рівне: НУВГП, 2019. 28 с.

Розробник: Кушнір О. О., доцент кафедри вищої математики, к. ф.-м. н., доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої математики

Протокол від „29” серпня 2019 року № 1

Заст. завідувача кафедри _____ С.П. Цецик

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю «прикладна математика»

Протокол від “30” серпня 2019 року № 8

Голова науково-методичної комісії _____ П.М.Мартинюк

© Кушнір О.О., 2019 рік

© НУВГП, 2019 рік

ВСТУП

Анотація

Математичний аналіз є невід'ємним складником математичної підготовки студентів. Програма математичного аналізу розрахована на студентів, які навчаються за спеціальністю "Прикладна математика" галузі знань "Математика та статистика".

Курс математичного аналізу є одним із способів розвитку логічного і алгоритмічного мислення студентів, оволодіння основними методами дослідження та розв'язування математичних задач, вироблення уміння самостійно розширювати свої знання з математики і застосовувати математичний апарат до аналізу та вирішення практичних задач.

Ключові слова: математичний аналіз; функція; границя; диференціал; інтеграл; ряд.

Abstract

Mathematical analysis is an integral component of mathematical education. This mathematical analysis program was designed for students enrolled in "Applied Mathematics" specialty of "Mathematics and statistics" industry knowledge .

This mathematical analysis course helps students to develop logical and algorithmic thinking, learn basic research methods and methods of solving mathematical problems, develop their own ability to expand their knowledge of mathematics and apply mathematical tools to analyze and solve practical problems.

Keywords: mathematical analysis; function; limit; differential; integral; series.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання		
Кількість кредитів – 13,5	Галузь знань 11 Математика та статистика	Нормативна		
		Рік підготовки		
		1-й	2-й	
Модулів – 3	Спеціальність 113 Прикладна математика	Семестр		
Змістових модулів – 6		1-й	2-й	1-й
		Лекції (год.)		
Загальна кількість годин – 405		24	36	30
	Практичні (год.)			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Рівень вищої освіти: бакалавр	24	36	30
		Самостійна робота (год.)		
		72	63	90
		Вид контролю:		
		екз.	залік	екз.

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 44 до 56

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — розвиток логічного і алгоритмічного мислення студентів, оволодіння основними методами дослідження та розв’язування математичних задач, вироблення уміння самостійно розширювати свої знання з математики і застосовувати математичний апарат до аналізу та вирішення прикладних задач.

Завдання:

- глибоко оволодіти навчальним матеріалом, передбаченим робочою програмою;
- виробити міцні навички аналізу та провадження математичних розрахунків;
- виробити навички систематичної роботи з навчальною та науковою літературою;
- навчитися складати математичні моделі реальних процесів і явищ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні означення, теореми, формули, можливості їх застосування до вирішення практичних задач.

вміти: розробляти математичні моделі об’єктів і процесів інформатизації, використовуючи методи формального опису систем, математичної логіки, моделювання та системного аналізу на основі результатів проведених досліджень здобуті теоретичні знання застосовувати до аналізу, моделювання та розв’язування задач прикладного характеру.

3. Програма навчальної дисципліни

1-й курс, 1-й семестр

Змістовий модуль 1. Вступ до математичного аналізу

♣ Тема 1. Елементи теорії множин.

Основні поняття про множини. Множинно-логічні символи. Дії над множинами. Декартовий добуток та степінь.

♣ Тема 2. Дійсні числа.

Обмежені множини та їх межі. Найменший і найбільший

елементи множини. Точні межі множини та їх характеристика.
Розміщення цілих та раціональних чисел на числовій прямій.
Існування ірраціональних чисел. Аксиоми дійсних чисел. Лема Кантора про вкладені відрізки. Щільність \mathbb{Q} в \mathbb{R} . Модулі, знаки, цілі та дробові частини дійсних чисел. Степені з цілим показником. Сумування геометричної прогресії. Нерівності Я.Бернуллі. Корені натурального порядку з додатних та від'ємних дійсних чисел: означення та існування. Степені з раціональним та ірраціональним показником, випадки їх існування. Властивості степенів. Розширена числова пряма. Околи, їх відокремленість. Бази околів, їх існування в усіх елементах розширеної числової прямої.

▲ Тема 3. Числові послідовності.

Числові послідовності, способи їх задання. Монотонні послідовності. Підпослідовності. Лишки послідовностей. Існування монотонної підпослідовності. Обмежені, нескінченно малі, нескінченно великі послідовності та їх властивості. Границя послідовності, її єдиність. Нескінченні границі. Збіжні, розбіжні послідовності, їх властивості та характеристика. Границя монотонної послідовності. Теореми Вейерштрасса та Больцано-Вейерштрасса. Границі послідовностей a^n , $\sqrt[n]{a}$, n^a . Порівняння границь послідовностей. Теорема про три послідовності. Арифметичні дії над границями послідовностей. Границя кореня k -го порядку із послідовності. Часткові, верхні й нижні границі та їх характеристика. Неперове число, як границя послідовності. Точки дотикання, граничні та ізольовані точки множини, їх властивості.

- Тема 4. Поняття дійсної функції однієї змінної.

Функція: означення і позначення. Область визначення. Множина прибуття. Множина значень. Графік. Дійсні функції дійсної змінної. Рівні функції. Звуження і продовження функцій. Композиція функцій. Взаємно однозначні (оборотні) функції. Сюр'єкції та ін'єкції. Поняття оберненої функції та її позначення. Монотонні та строго монотонні дійсні функції дійсної змінної.

- Тема 5. Границя функції однієї змінної.

Означення границі дійсної функції дійсної змінної за Гейне і за Коші та зв'язок між ними. Властивості границь функцій.

Однобічні границі. Умова існування границі функції в точці. Існування однобічних границь монотонних функцій. Нерівності між x , $\sin x$, $\operatorname{tg} x$. Границі (неперервність) тригонометричних та показникових функцій. Перша й друга важливі границі та їх наслідки.

- Тема 6. Неперервні та рівномірно неперервні функції. Порівняння функцій.

Неперервні та рівномірно неперервні функції. Однобічна неперервність в точці та на множині і її зв'язок з неперервністю. Властивості функцій, неперервних у точці. Властивості неперервних на відрізку функцій (теореми Вейерштрасса, Коші, Кантора). Точки розриву та їх класифікація. Рід розривів монотонної функції. Існування та неперервність строго монотонної оберненої функції на проміжку. Існування, неперервність, властивості та графіки логарифмічних і обернених тригонометричних функцій. Елементарні функції та їх неперервність.

Знехтувані, підпорядковані й асимптотично рівні функції і їх властивості. Таблиця асимптотично рівних функцій. Застосування асимптотично рівних функцій до обчислення границь.

Змістовий модуль 2. Диференціальне числення функції однієї змінної.

- Тема 7. Похідна та диференціал функції однієї змінної.

Похідна, диференційованість та диференціал дійсних функцій дійсних змінних, їх геометричний зміст. Фізичний зміст похідної. Властивості диференційованих функцій. Похідна складної функції. Інваріантність форми першого диференціала. Похідна оберненої та параметрично заданої функції. Похідні суми, різниці, добутку, частки та степеня функцій. Таблиця похідних основних елементарних функцій. Поняття і рівняння дотичної та нормалі до графіка функції однієї змінної. Кут між кривими.

Теореми Ферма, Ролля, Лагранжа та Коші. Однобічні похідні, їх зв'язок з однобічними границями похідної. Неперервно диференційовані на відрізку та неперервно продовжувані функції. Правила Лопітала. Розкриття невизначеностей різних типів.

- Тема 8. Похідні та диференціали вищих порядків функції

однієї змінної.

Похідні вищих порядків функцій однієї змінної. Формула Лейбніца. Друга та вищі похідні параметрично заданої функції. Диференціали вищих порядків функцій однієї змінної. Неінваріантність форми вищих диференціалів. Диференційованість та неперервна диференційованість вищих порядків. Нескінченно диференційовані функції.

Формули Тейлора із залишко-вими членами у формі Пеано та Лагранжа. Формула Маклорена. Розклади многочлена, e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$ та $y=(1+x)^\alpha$ за формулою Маклорена. Формула бінома Ньютона.

- Тема 9. Дослідження функцій та побудова графіків.

Теорема про дослідження функції на монотонність за допомогою похідної. Необхідна умова локального екстремуму. Дослідження неперервної кусково-диференційованої функції на абсолютний екстремум на відрізьку. Дослідження функції на локальний екстремум за допомогою похідних першого та вищих порядків.

Опуклі функції, точки перегину та їх геометричний зміст. Дослідження функції на опуклість за допомогою функції нахилу та похідних першого та другого порядку. Дослідження функції на перегин за допомогою похідних вищих порядків. Властивості опуклих функцій.

Поняття асимптоти вітки кривої та графіка функції. Відшукання вертикальних, похилих та горизонтальних асимптот вітки кривої та графіка функції.

Парні та непарні функції, їх геометричний зміст, властивості та приклади. Періодичні функції та їх властивості. Основний період. Структура множини періодів періодичної функції, яка має основний період. Приклади періодичних функцій, які не мають основного періоду.

Загальна схема дослідження функцій та побудова графіків.

1-й курс, 2-й семестр

Змістовий модуль 3. Інтегралі Ньютона-Лейбніца та Рімана.

- Тема 10. Первісна, невизначений інтеграл, методи інтегрування.

Первісна, випадки її існування та неіснування. Первісна функції $f(ax+b)$. Невизначений інтеграл та його властивості. Таблиця інтегралів. Метод підстановки. Формула інтегрування частинами та особливості застосування методу інтегрування частинами.

- Тема 11. Інтегрування різних класів функцій.

Інтегрування найпростіших дробів, раціональних, тригонометричних та ірраціональних функцій. Теорема Чебишова про інтегрування диференціальних біномів.

- Тема 12. Інтеграл Ньютона-Лейбніца.

Інтеграл Ньютона-Лейбніца, його механічний зміст і властивості. Формула Ньютона-Лейбніца.

- Тема 13. Інтеграл Рімана.

Поділ відрізка. Діаметр поділу. Інтегральні суми та їх геометричний зміст. Границя інтегральних сум. Означення інтеграла Рімана та інтегрованої за Ріманом функції. Приклади інтегрованих та неінтегрованих функцій. Суми Дарбу, їх геометричний зміст та властивості. Інтеграл Дарбу та їх властивості. Критерії інтегрованості за Дарбу та за Ріманом. Теорема Дарбу. Класи інтегрованих за Ріманом функцій. Властивості інтегрованих за Ріманом функцій.

Узагальнена первісна та її властивості. Теорема Коші про існування первісної. Основна теорема інтегрального числення. Зв'язок між інтегралами Рімана та Ньютона-Лейбніца. Інтегрування функцій з розривами першого роду, парних, непарних та періодичних функцій.

- Тема 14. Застосування інтегралів Рімана в геометрії та фізиці.

Площа циліндричної множини та криволінійного сектора.

Шлях, його фізичний зміст та довжина. Довжина графіка функції. Довжина шляху в полярних координатах. Криволінійні інтегралі I роду, їх фізичний зміст та обчислення. Площі поверхонь обертання навколо координатних осей графіків функцій, параметрично заданих ліній та ліній у полярних координатах.

Статичні моменти, моменти інерції та центр мас системи точок і навантаженої лінії. Геометричний центр мас лінії. Перша теорема Паппа. Робота сили при переміщенні точки вздовж лінії. Статичні моменти однорідної криволінійної трапеції відносно координатних осей. Координати геометричного центра мас плоскої фігури. Об'єм тіла обертання. Друга теорема Паппа. Моменти інерції однорідної пластинки відносно координатних осей. Обчислення сили тиску рідини на занурену вертикальну пластинку.

Змістовий модуль 4. Невласні інтеграли та ряди. Метричні простори та функції декількох змінних.

- Тема 15. Невласні інтеграли.

Невласні інтеграли першого роду їх збіжність та розбіжність. Обчислення невластних інтегралів першого роду від фінітних функцій. Невласні інтеграли другого роду. Головне значення невластних інтегралів другого роду.

Збіжні та розбіжні невластні інтеграли від невід'ємних функцій. Ознаки порівняння. Абсолютно збіжні невластні інтеграли та їх властивості. Ознаки Вєсрштрасса, Діріхле та Абеля збіжності невластних інтегралів.

- Тема 16. Числові ряди.

Числовий ряд, його збіжність і сума. Необхідна умова збіжності ряду. Знакочергувальні ряди. Ряд Лейбніца. Ознака Лейбніца. Наближене обчислення сум знакочергувальних рядів. Найпростіші властивості збіжних рядів.

Означення та критерій збіжності додатного ряду. Сума розбіжного додатного ряду. Інтегральна ознака Маклорена-Коші. Дослідження на збіжність узагальнених гармонічних рядів. Асимптотика гармонічного ряду. Стала Ейлера. Сума ряду Лейбніца. Ознаки порівняння додатних рядів.

Означення та критерій абсолютної збіжності ряду. Ознаки Вейєрштрасса, Д'Аламбера та Коші збіжності рядів. Логарифмічна ознака та ознака Раабе збіжності додатних рядів. Формула Стірлінга. Теорема Діріхле про комутативну властивість абсолютно збіжних рядів. Множення рядів. Добуток Коші рядів. Теореми Коші та Мертенса.

Умовно збіжні ряди. Знакозмінні ряди. Теорема Рімана про перестановку доданків умовно збіжного ряду. Необхідна умова

умовної збіжності ряду.

- Тема 17. Функціональні ряди.

Функціональні ряди. Області їх збіжності й абсолютної збіжності та сума. Рівномірно збіжні функціональні послідовності та ряди. Необхідна умова рівномірної збіжності. Мажорантний ряд та ознака Вейєрштрасса рівномірної збіжності функціональних рядів. Ознаки Діріхле та Абеля рівномірної збіжності функціональних рядів. Теореми про граничний перехід у функціональних рядах, неперервність їхніх сум, почленне інтегрування та почленне диференціювання.

Степеневі ряди. Теорема Коші-Адамара. Область збіжності та область абсолютної збіжності степеневих рядів. Рівномірна збіжність степеневих рядів. Неперервність, інтегрування та диференціювання сум степеневих рядів. Формула коефіцієнтів степеневих рядів через його суму. Теорема про єдиність аналітичної функції.

Ряд Тейлора, достатня умова його збіжності. Ряди Тейлора для e^x , многочлена, $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $\ln(1-x)$, $\frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x}$, $\operatorname{arctg} x$, $\operatorname{arcctg} x$, $\arcsin x$, $\arccos x$; біномний ряд, інтервали їх збіжності та суми.

- Тема 18. Метричні простори. Функції декількох змінних, їх границя та неперервність.

Метричний простір R^n . Відстані та їх властивості. Обмежені множини. Критерій обмеженості. Приклади обмежених множин: бруси, кулі та сфери. Внутрішні, межові та зовнішні точки. Приклади знаходження меж множин. Властивості меж множин. Відкриті та замкнуті множини. Околи. Відрізки. Опуклі множини. Області. Замкнуті області. Границя послідовності та збіжність в R^n . Покоординатна збіжність. Властивості збіжних послідовностей.

Функції декількох змінних. Область визначення. Лінії, поверхні, гіперповерхні рівня. Ізольовані та граничні точки множини і їх властивості. Границя функції декількох змінних в точці. Подвійні та повторні границі, зв'язок між ними. Неперервні функції декількох змінних та їх властивості. Точки, лінії та поверхні

розриву. Компактні множини в R^n . Властивості неперервних функцій на компактних множинах та на обмежених замкнутих областях. Рівномірно неперервні функції. Теорема Кантора.

2-й курс, 3-й семестр

Змістовий модуль 5. Диференціальне та інтегральне числення функцій векторного аргументу.

- Тема 19. Диференціальне числення функцій векторного аргументу.

Означення похідної у напрямку та частинних похідних. Градієнт. Лінійні однорідні функції декількох змінних та їх властивості. Диференційовані функції та диференціал. Властивості диференційованих функцій. Обчислення похідних у напрямку. Неперервно диференційовані функції та їх властивості. Геометричний зміст градієнта, диференційованості та диференціала функцій декількох змінних. Рівняння дотичної та нормалі до поверхні та до графіка функції. Похідні складних та неявно заданих функцій декількох змінних.

Похідні другого та вищих порядків. Неперервно диференційовані функції декількох змінних другого та вищих порядків. Нескінченно диференційовані функції. Теорема про рівність змішаних частинних похідних. Диференціали другого та вищих порядків функцій декількох змінних. Формули Тейлора для функцій декількох змінних.

Поняття про абсолютний та локальний екстремум. Необхідна умова локального екстремуму функцій декількох змінних. Відшукання абсолютного екстремуму на компактній множині. Достатні умови строгого локального екстремуму та його відсутності.

Опуклі функції декількох змінних. Дослідження на опуклість.

Неперервні та рівномірно неперервні векторні відображення та їх властивості.

Диференційовані й неперервно диференційовані векторні відображення та їх властивості. Матриця Якобі та якобіан. Диференціювання композиції векторних відображень. Властивості якобіанів. Теорема про локальний гомеоморфізм та про

дифеоморфізм. Інваріантність форми першого диференціала.

- Тема 20. Кратні інтеграли.

Поділ квадрованої множини. Адитивність площі квадрованої множини. Підподіл. Діаметр поділу. Суми Дарбу та їх властивості. Інтеграли Дарбу та Рімана на квадрованих множинах. Критерій інтегрованості за Ріманом обмеженої функції на квадрованій множині. Властивості інтегралів Рімана на квадрованих множинах.

Інтегрованість неперервних функцій на компактних квадрованих множинах. Границя інтегральних сум. Компактність, квадрованість і площа циліндричної множини. Перехід від подвійних інтегралів від неперервних функцій на циліндричних множинах до повторних.

Перехід у подвійних інтегралах до полярних координат. Загальна формула заміни змінних у подвійних інтегралах. Геометричний зміст якобіана. Перехід у подвійних інтегралах до узагальнених полярних координат. Невласні подвійні інтеграли.

Застосування подвійних інтегралів до обчислення площі плоскої фігури, об'ємів циліндричних множин, площі поверхні графіка функції двох змінних. Інваріантність площі відносно вибору системи координат. Застосування подвійних інтегралів у фізиці.

Перехід від потрійних інтегралів від неперервних функцій на циліндричних множинах до повторних. Загальна формула заміни змінних у потрійних інтегралах. Перехід у потрійних інтегралах до циліндричних, узагальнених циліндричних, сферичних та узагальнених сферичних координат.

Застосування потрійних інтегралів у геометрії та фізиці.

Змістовий модуль 6. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля. Ряд, перетворення та інтеграл Фур'є.

- Тема 21. Криволінійні інтеграли.

Поняття лінії в R^3 . Довжина лінії та її обчислення. Натуральні рівняння лінії. Криволінійні інтеграли першого роду, їх обчислення, фізичний зміст та властивості.

Криволінійні інтеграли другого роду, їх фізичний зміст, обчислення та властивості. Перехід від криволінійних інтегралів

другого роду до криволінійних інтегралів першого роду. Застосування криволінійних інтегралів першого та другого роду.

Формула Гріна. Умови незалежності криволінійного інтеграла другого роду від шляху інтегрування.

- Тема 22. Поверхневі інтеграли.

Поверхневі інтеграли першого роду по графіках функцій двох змінних, їх фізичний зміст та обчислення. Край поверхні. Склеєні поверхні та їх площа. Замкнута поверхня. Поверхневі інтеграли першого роду по склеєних поверхнях. Властивості поверхневих інтегралів першого роду. Площа поверхні обертання. Обчислення поверхневих інтегралів першого роду по параметрично заданих поверхнях.

Орієнтація графіків функцій, склеєних поверхонь та замкнутих поверхонь. Узгоджені орієнтації поверхонь та їх країв. Однобічні та двобічні поверхні. Поверхневі інтеграли другого роду, їх фізичний зміст та зведення до поверхневих інтегралів першого роду. Обчислення поверхневих інтегралів другого роду на параметрично заданих поверхнях та на графіках функцій. Формули Стокса та Остроградського-Гауса.

Застосування поверхневих інтегралів першого та другого роду. Обчислення об'ємів за допомогою поверхневих інтегралів.

- Тема 23. Елементи теорії поля.

Оператор Гамільтона та його застосування. Скалярне та векторне поля. Властивості градієнта, дивергенції та ротора.

Потік векторного поля. Фізичний зміст формули Остроградського-Гауса. Геометричний та фізичний зміст дивергенції.

Циркуляція векторного поля. Фізичний зміст формули Стокса. Геометричний та фізичний зміст ротора. Інваріантність градієнта, дивергенції та ротора щодо вибору системи координат.

Потенціальні, трубчасті й гармонічні векторні поля, їх критерії та приклади.

- Тема 24. Ряд, перетворення та інтеграл Фур'є.

Тригонометричні многочлени і ряди. Тригонометрична послідовність та її властивості. Рівномірно збіжні тригонометричні ряди. Коефіцієнти Фур'є інтегрованої функції. Ряди Фур'є. Достатні умови поточної збіжності тригонометричного ряду Фур'є.

Теорема Діріхле.

Суми Фур'є, як найкраще середньоквад-ратичне наближення функції і як проекція. Нерівність Бесселя. Властивості коефіцієнтів Фур'є. Замкнутість та повнота тригонометричної послідовності. Збіжність у середньому квадратичному тригонометричних рядів Фур'є. Рівності Парсеваля.

Властивості коефіцієнтів Фур'є декілька разів кусково-диференційованої функції. Зв'язок між коефіцієнтами Фур'є функції та її похідної. Рівномірна збіжність рядів Фур'є. Швидкість збіжності рядів Фур'є для різних класів функцій. Почленне диференціювання рядів Фур'є.

Почленне інтегрування рядів Фур'є (теорема Лобачевського).

Розклад у ряд Фур'є функцій із довільним періодом. Рівності Парсеваля.

Розклад у ряд Фур'є функцій, заданих на відрізку $[0, l]$: за синусами, за косинусами, за парними синусами й косинусами, за непарними синусами й косинусами. Рівності Парсеваля. Співвідношення між парними та непарними коефіцієнтами Фур'є.

Розклад у ряд Фур'є функцій, заданих на довільному відрізку.

Степеневі ряди в комплексній площині. Показникова функція в комплексній площині. Ряди Фур'є в комплексній формі. Рівності Парсеваля. Зв'язок між коефіцієнтами дійсних та комплексних рядів Фур'є.

Перетворення Фур'є, його збіжність та властивості. Згортка абсолютно інтегрованих функцій. Перетворення Фур'є згортки.

Обернене перетворення Фур'є. Інтеграл Фур'є. Спектральна функція. Косинус- та синус-перетворення Фур'є. Формула Планшереля-Парсеваля.

4. Структура навчальної дисципліни

	Кількість годин
	денна форма

Назви змістових модулів і тем	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. 1-й курс, 1-й семестр						
Змістовий модуль 1. Вступ до математичного аналізу						
Тема 1. Елементи теорії множин.	5	1	2			2
Тема 2. Дійсні числа.	10	3	2			5
1	2	3	4	5	6	7
Тема 3. Числові послідовності.	16	4	4			8
Тема 4. Поняття дійсної функції однієї змінної.	8	1				7
Тема 5. Границя функції однієї змінної.	17	3	6			8
Тема 6. Неперервні та рівномірно неперервні функції. Порівняння функцій.	10	4	2			4
Разом за змістовим модулем 1	66	16	16			34
Змістовий модуль 2. Диференціальне числення функції однієї змінної.						
Тема 7. Похідна та диференціал функції однієї змінної.	20	2	5			13
Тема 8. Похідні та	15	2	1			12

диференціали вищих порядків функції однієї змінної.						
Тема 9. Дослідження функцій та побудова графіків.	19	4	2			13
Разом за змістовим модулем 2	54	8	8			38
Усього годин за 1-й семестр	120	24	24			72
Модуль 2. 1-й курс, 2-й семестр						
Змістовий модуль 3. Інтегралі Ньютона-Лейбніца та Рімана.						
1	2	3	4	5	6	7
Тема 10. Первісна, невизначений інтеграл, методи інтегрування.	20	2	8			10
Тема 11. Інтегрування різних класів функцій.	16	4	4			8
Тема 12. Інтеграл Ньютона-Лейбніца.	6	1	2			3
Тема 13. Інтеграл Рімана.	12	6	1			5
Тема 14. Застосування інтегралів Рімана в геометрії та фізиці.	17	5	5			7
Разом за змістовим модулем 3	71	18	20			33
Змістовий модуль 4. Невласні інтегралі та ряди. Метричні простори та функції декількох змінних.						
Тема 15. Невласні інтегралі.	12	3	4			5
Тема 16. Числові ряди.	18	5	4			9

Тема 17. Функціональні ряди.	26	6	8			12
Тема 18. Метричні простори.	8	4				4
Разом за змістовим модулем 4	64	18	16			30
Усього годин за другий семестр	135	36	36			63
Модуль 3. 2-й курс, 1-й семестр						
Змістовий модуль 5. Диференціальне та інтегральне числення функцій векторного аргументу.						
1	2	3	4	5	6	7
Тема 19. Диференціаль-не числення функцій векторного аргументу.	38	6	8			24
Тема 20. Кратні інтеграли.	42	8	10			24
Разом за змістовим модулем 5	80	14	18			48
Змістовий модуль 6. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля. Ряд, перетворення та інтеграл Фур'є.						
1	2	3	4	5	6	7
Тема 21. Криволінійні інтеграли.	18	4	4			10
Тема 22. Поверхневі інтеграли.	18	4	6			8
Тема 23. Елементи теорії поля.	12	2	2			8

Тема 24. Ряд, перетворення та інтеграл Фур'є.	22	6				16
Разом за змістовим модулем 6	70	16	12			42
Усього годин за другий курс	150	30	30			90
Усього годин	405	90	90			225

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	2	3
Модуль 1. 1-й курс, 1-й семестр		
1	Множини	2
2	Обмежені множини	2
3	Монотонні, обмежені послідовності	2
4	Границі послідовностей	2
5	Границі функцій	2
6	Однобічні границі. Перша важлива границя	2
7	Друга важлива границя. Неперервні функції	2
8	Порівняння функцій	2
9	Похідні елементарних функцій	2
10	Похідні обернених, параметрично та неявно заданих функцій. Диференціали	2

11	Геометричний та фізичний зміст похідної. Похідні й диференціали другого та вищих порядків.	2
12	Дослідження функцій на монотонність, опуклість та екстремум	2
	Всього за 1-й семестр	24
Модуль 2. 1-й курс, 2-й семестр		
1	2	3
1	Табличне інтегрування. Метод розкладу	2
2	Метод підведення під знак диференціала	2
3	Метод підстановки	2
4	Метод інтегрування частинами	2
5	Інтегрування раціональних функцій	2
6	Інтегрування тригонометричних функцій	2
7	Інтеграл Ньютона-Лейбніца	2
8	Інтеграл Рімана. Обчислення площ	2
9	Обчислення довжини лінії та площі поверхні обертання	2
10	Фізичні застосування інтегралів Рімана. Обчислення об'ємів	2
11	Невласні інтеграли.	2
12	Дослідження на збіжність невластних інтегралів.	2
13	Дослідження на збіжність додатних рядів	2
14	Дослідження на абсолютну та умовну збіжність знакозмінних рядів	2
15	Знаходження області збіжності функціональних	2

	рядів	
16	Обчислення сум рядів.	2
17	Ряди Тейлора.	2
18	Застосування рядів Тейлора до наближених обчислень.	2
	Всього за 2-й семестр	36
Модуль 3. 2-й курс, 1-й семестр		
1	2	3
1	Частинні похідні, градієнт, диференціал та похідна у напрямку	2
2	Диференціювання складних та неявно заданих функцій. Рівняння дотичної та нормалі до поверхні.	2
3	Похідні й диференціали вищих порядків. Локальний екстремум.	2
4	Відносний та абсолютний екстремум.	2
5	Обчислення подвійних інтегралів.	2
6	Заміна змінних у подвійних інтегралах.	2
7	Застосування подвійних інтегралів.	2
8	Обчислення потрійних інтегралів.	2
9	Заміна змінних у потрійних інтегралах.	2
10	Обчислення криволінійних інтегралів.	2
11	Формула Гріна. Обчислення площ. Незалежність від шляху інтегрування.	2
12	Обчислення поверхневих інтегралів 1-го роду.	2
13	Обчислення поверхневих інтегралів 2-го роду.	2

14	Формули Стокса та Остроградського-Гауса.	2
15	Операції теорії поля	2
	Всього за 2-й курс	30
	Разом	90

6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання (225 год.):

Підготовка до аудиторних занять (0,5 год. /1 год. занять) – 90 год.

Підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит ЄКТС) – 81 год.

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 54 год.

6.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	2	3
Модуль 1. 1-й курс, 1-й семестр		
1	Знаходження областей визначення елементарних функцій	6
2	Обчислення границь за правилом Лопіталя	6
3	Наближені обчислення за формулою Тейлора	6
4	Асимптоти графіків функцій	6
	Всього на 1-му курсі	24

Модуль 3. 2-й курс, 1-й семестр		
5	Умови існування неявно заданих функцій декількох змінних	6
1	2	3
6	Неперервність, інтегрованість та диференційовність невластних інтегралів за параметром.	6
7	Ейлерові інтеграли	6
8	Розкладання функцій у ряди Фур'є	6
9	Застосування почленного інтегрування для розкладання функцій у ряди Фур'є	6
Всього на 2-му курсі		30
Разом		54

7. Методи навчання

1. Лекційний курс.
2. Практичні заняття.
3. Консультації.
4. Самостійна робота студентів.

8. Методи контролю

1. Поточний контроль успішності студентів у формі усного опитування.
2. Перевірка домашніх завдань та конспектів.
3. Тестування.

9. Розподіл балів, які отримують студенти 1-й курс, 1-й семестр

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
---	----------------------------	------

Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2			40	100
T1*	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
4	6	8	4	8	8	8	7	7		

1-й курс, 2-й семестр

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль 3					Змістовий модуль 4				100
T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	
12	10	8	6	20	8	16	16	4	

2-й курс

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 5			Змістовий модуль 6			40	100
T19	T20	T21	T22	T23	T24		
14	14	10	10	4	8		

*(T1, T2, ..., T24 – теми змістових модулів)

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

- 085-123. Кушнір, О. О. (2003) Математичний аналіз: текст лекцій для студентів фаху «Прикладна математика». Частина 1./ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://drive.google.com/open?id=0B9X16RYY_h37VmNSdU4xV1hmTm8
- Інформаційні ресурси у цифровому репозиторії / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/metods/> :
- 04-02-11 Кушнір, О. О. and Кушнір, В. П. (2017) [Методичні вказівки і завдання для самостійної роботи з навчальної дисципліни "Математичний аналіз" з розділу](#)

"Застосування визначених інтегралів" для студентів спеціальності 113 "Прикладна математика" денної форми навчання. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/shufr/04-02-11.html>

11. Рекомендована література

Базова

1. Давидов М. О. Курс математичного аналізу: у 3 ч.: підручник для ВНЗів / М. О. Давидов. — Київ: Вища школа, 1990–1992. — Ч.1: Функції однієї змінної. — 1990. — 380 с.; ч.2: Функції багатьох змінних і диференціальні рівняння. — 1991. — 365 с.
2. Шкіль М. І. Математичний аналіз: підручник: у 2-х ч. / М. І. Шкіль. — Київ: Вища школа, 2005. — Ч. 1 — 447 с.:іл.; ч.2 — 510 с.
3. Заболоцький М. В. Математичний аналіз / Заболоцький М. В., Сторож О. Г., Тарасюк С. І. -- Київ: Знання, 2008. -- 421 с.

Допоміжна

1. Ковальчук Богдан Основи математичного аналізу: у 2 ч. / Богдан Ковальчук; Йосиф Шіпка. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – Ч. 1. – 2010. – 370 с.; ч. 2. – 2010. – 418 с.
2. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз: у двох частинах / А. Я. Дороговцев – Київ: Либідь, 1993-1994. — Ч.1. — 1993. — 320 с.; ч.2. — 1994. — 304 с.
3. Ляшко І. І. Математичний аналіз: підручник: у 2 ч. / І. І. Ляшко, В. Ф. Ємельянов, О. К. Боярчук. – Київ: Вища школа, 1992. — Ч.1. — 495 с.:іл.
4. Дюженкова Л. І. Математичний аналіз у задачах і прикладах: у 2 ч. / [Л. І. Дюженкова, Т.В.Колесник, М. Я. Лященко та ін.]. — Київ: Вища школа, 2002. — Ч1. — 462 с.; ч.2. — 470 с.
5. Рудавський Ю. К. Збірник задач з математичного аналізу: у 2 ч. / [Ю. К. Рудавський, П.П.Костробій, Л. Л. Лібацький та ін.]. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003-2008. – Ч. 1. — 2008. — 352 с.; ч. 2. — 2003. — 232 с.

Електронний репозиторій НУВГП

1. Брушковський О. Л. Вища математика. Диференціальне та інтегральне числення функції кількох змінних. Елементи теорії поля. Ч. III. Європейська кредитно-трансферна система. Для студентів напряму підготовки 6.060101 "Будівництво" : навч. посіб. / О. Л. Брушковський. – Рівне : НУВГП, 2010. – 155 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4538/>
2. Ярмуш Я. І. Вища математика. Практикум : навч. посіб. / Я. І. Ярмуш, І. В. Самолюк. – Рівне : НУВГП, 2015. – 148 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/5632/>

12. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lib.rv.ua/>
3. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – URL: <http://cbs.rv.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> nbuv.gov.ua/ nbuv.gov.ua/