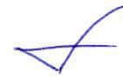


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра вищої математики

Затверджено

На засіданні кафедри вищої математики
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри



Андрій ГАТАЛЕВИЧ

Силабус

з навчальної дисципліни «Математичний аналіз»,
що викладається в межах
ОПП «Комп'ютерні технології в прикладній фізиці»
ОПП «Нанофізика та наноматеріали»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика

Львів 2023

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Математичний аналіз |
| Адреса викладання дисципліни | Корпус ЛНУ імені Івана Франка м. Львів, вул. Драгоманова, 19 |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | Механіко-математичний факультет Кафедра вищої математики |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | 10 Природничі науки 105 Прикладна фізика та наноматеріали |
| Викладачі дисципліни | Мильо Ольга Ярославівна, доцент кафедри вищої математики |
| Контактна інформація викладачів | olga.mylyo@lnu.edu.ua ; olga.mylyo@gmail.com Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 370 (кафедра вищої математики) м. Львів, вул. Університетська, 1 |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю) |
| Сторінка курсу | https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/matematychnyy-analiz-napriam-105-prykladna-fyzyka-ta-nanomaterialy https://e-learning.lnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=154 |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна “Математичний аналіз” є нормативною навчальною дисципліною циклу професійної і практичної підготовки з спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали для ОПП “Нанофізика та наноматеріали” та ОПП “Комп’ютерні технології у прикладній фізиці”, яка викладається в 1, 2 семестрах в обсязі 11 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) (4 кредити у 1 семестрі, 7 кредитів у 2 семестрі). |
| Коротка анотація дисципліни | Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам основні поняття і висвітлити сучасний стан розвитку математичного аналізу. |
| Мета та цілі дисципліни | Метою вивчення нормативної навчальної дисципліни “Математичний аналіз” є освоєння студентами теоретичних і практичних основ математичного аналізу, застосування здобутих знань до розв’язування задач теоретичного та прикладного характеру, вміння користуватися математичною літературою і довідниками, набуття навиків втілювати в математичну форму відповідні конкретні задачі та доводити задачі до практично прийняттого вигляду – числа або графіка. |
| Література для вивчення дисципліни | 1. Ковальчук Б.В., Шіпка Й.Г. Основи математичного аналізу. У 2-х ч. Частина 1. Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2010. – 374 с., Частина 2. Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2010. – 418 с. 2. Ковальчук Б.В., Шіпка Й.Г. Математичний аналіз. Навчальний посібник. У 3-х ч. Частина 1: Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 270 с. Частина 2: Львів: Видавничий центр ЛНУ імені |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | <p>Івана Франка, 2004. – 282 с. Частина 3: Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 184 с.</p> <p>3. Шкіль М.І. Математичний аналіз. Підручник. У 2-х ч. Ч.І. – К.: Вища школа, 1994. – 423 с. Ч.ІІ. – К.: Вища школа, 1995. – 510 с.</p> <p>4. Ляшко І.І., Ємельянов В.Ф., Боярчук О.К. Математичний аналіз. У 2-х ч. Ч.І. – К.: Вища школа, 1992. – 495с. Ч.ІІ. – К.: Вища школа, 1993. – 375с.</p> <p>5. Мильо О.Я., Синюта В.М., Холявка Я.М., Онисько М.П., Брик О.М. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 206 с.</p> <p>6. Мильо О.Я., Синюта В.М., Онисько М. П. Диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних: навч. посібник / – Львів: ЛНУ імені Івана Франка.– 2022. – 292 с.</p> <p>7. Мильо О.Я. Границя послідовності. Границя функції. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання для студентів природничих факультетів // Львів: ЛНУ ім. Івана Франка. – 2003. - 50 с.</p> <p>8. Мильо О.Я., Цаповська Ж.Я. Методичні рекомендації, приклади та індивідуальні завдання до вивчення розділу вищої математики «Диференціальне числення функцій однієї змінної» для студентів факультету електроніки. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. _ 2011.- 62 с.</p> <p>9. Мильо О.Я., Шипка Й.Г. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Методичні рекомендації, вправи та індивідуальні завдання для студентів природничих факультетів. Львів: Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 60 с.</p> <p>10. Лісевич Л.М., Бабенко В.В., Бокало М.М., Тріщ Б.М. Математичний аналіз у задачах і вправах: Вступ в аналіз. Диференціальне числення функцій однієї змінної. Київ, НМК ВО, 1993- 208 с.</p> <p>11. Лісевич Л.М., Бабенко В.В., Бокало М.М., Тріщ Б.М. Математичний аналіз у задачах і вправах. Київ, НМК ВО, 1993- 200 с.</p> <p>12. Лісевич Л.М., Бабенко В.В., Бокало М.М., Тріщ Б.М. Математичний аналіз у задачах і вправах. Львів, Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2001-170 с.</p> <p style="text-align: center;">Допоміжна</p> <p>13. М.О. Давидов. Курс математичного аналізу. Т. 1. – Київ: “Вища школа”, 1990. – 380 с.</p> <p>14. М.О. Давидов. Курс математичного аналізу. Т. 2. – Київ: “Вища школа”, 1991. – 365 с.</p> |
| Обсяг курсу | <p>Загальний обсяг: 330 годин.</p> <p>Аудиторних занять – 192 години, з них: лекції – 80 годин, практичні заняття – 112 годин.</p> <p>Самостійна робота – 138 годин.</p> <p>1 семестр Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять – 80 години, з них: лекції – 32 години, практичні заняття – 48 годин. Самостійна робота – 40 годин.</p> <p>2 семестр Загальний обсяг: 210 годин. Аудиторних занять – 112 години, з них: лекції – 48 годин, практичні заняття – 64 години. Самостійна робота – 98 годин.</p> |
| Очікувані результати навчання | <p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>Знати: поняття та методи диференційного та інтегрального числення функцій однієї змінної;</p> |

| | |
|----------------------|---|
| | <p>поняття та методи диференційного та інтегрального числення функцій багатьох змінних; поняття та методи дослідження числових і функціональних рядів, рядів Фур'є; поняття та методи векторного аналізу і теорії поля.</p> <p>Вміти: обчислювати границі послідовностей та функцій; обчислювати похідні та інтеграли від функцій однієї та багатьох змінних; виконувати операції з векторними полями в диференційній та інтегральній формах; досліджувати збіжність числових рядів, розкласти функції в степеневі та тригонометричні ряди; обирати методи математичного аналізу для розв'язування фізичних задач; набути навичок самостійного використання та вивчення літератури з математичних дисциплін; визначати межу можливих застосувань математичних методів.</p> <p>Загальні компетентності (ЗК) ЗК_1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК_3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово ЗК_7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК_9. Здатність працювати автономно.</p> <p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК) СК_7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності. СК_8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.</p> <p>Програмні результати навчання P02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. P04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.</p> |
| Ключові слова | Функції однієї та багатьох змінних, границя послідовності, границя функції, неперервність функції, похідна, інтеграл, ряди. |
| Формат курсу | Очний. Проведення лекцій, практичних занять; самостійна робота студентів та консультацій. |
| Теми | <ol style="list-style-type: none"> 1. Множини. Аксиоматика множини дійсних чисел. Числові множини. 2. Множина комплексних чисел. 3. Числові послідовності. 4. Границя функції однієї змінної. Властивості границь. 5. Неперервність функції однієї змінної. 6. Похідна функції, її практичний зміст і правила диференціювання. 7. Похідні та диференціали вищих порядків. 8. Основні теореми диференціального числення. Правило Лопітала. Формули Тейлора та Маклорена. 9. Застосування диференціального числення до дослідження функцій. 10. Поняття функції багатьох змінних, її границя та неперервність. 11. Частинні похідні і диференційовність функції багатьох змінних. Похідні складених та неявних функцій багатьох змінних. Повний диференціал функції багатьох змінних. 12. Частинні похідні та диференціали вищих порядків функцій багатьох змінних. Формула Тейлора для функції багатьох змінних. |

| | |
|---|--|
| | <p>13. Екстремум функції багатьох змінних. 14. Невизначений інтеграл, його властивості і методи обчислення. 15. Визначений інтеграл, його властивості, обчислення. 16. Застосування визначених інтегралів. 17. Невласні інтеграли. Інтеграли Ейлера. 18. Подвійні інтеграли. 19. Потрійні інтеграли. 20. Криволінійні інтеграли. 21. Поверхневі інтеграли. 22. Числові ряди та їх збіжність. 23. Функціональні послідовності та функціональні ряди. 24. Степеневі ряди. 25. Ряди Фур'є.</p> |
| Підсумковий контроль, форма | <p>Письмовий іспит у кінці 1 семестру. Письмовий іспит у кінці 2 семестру.</p> |
| Пререквізити | <p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з шкільного курсу математики</p> |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | <p>Словесні (лекція, розповідь, пояснення). Практичні (розв'язування задач). Методи самостійної роботи студентів (виконання домашніх та індивідуальних завдань, виконання контрольних робіт). Використання системи електронного навчання Moodle.</p> |
| Необхідне обладнання | <p>Комп'ютер із загально вживаним програмним забезпеченням, доступ до Internet-мережі.</p> |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали у 1 семестрі нараховуються за наступним співвідношенням: 50 балів в семестрі: Колоквіум: 2 по 5 балів кожен; Контрольна робота: 3 по 10 балів кожна. Опитування на практичних заняттях та самостійна робота студентів 10 балів 50 балів за екзамен. Бали у 2 семестрі нараховуються за наступним співвідношенням: 50 балів в семестрі: Колоквіум: 2 по 5 балів кожен; Контрольна робота: 4 по 8 балів кожна. Опитування на практичних заняттях та самостійна робота студентів 8 балів 50 балів за екзамен.</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів в кожному семестрі – 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають у 1 семестрі 5 письмових робіт: 2 колоквіуми та 3 контрольні роботи, у 2 семестрі 6 письмових робіт: 2 колоквіуми та 4 контрольні роботи. Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та здачі колоквиумів, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при виконанні контрольних робіт та здачі колоквиуму. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| <p>Питання до заліку чи екзамену</p> | <p>Питання до екзамену (I семестр)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дії з множинами. Аксиоматика множини дійсних чисел. Межі числових множин. 2. Комплексні числа, їх різні форми запису, дії над ними. Модуль та аргумент комплексного числа. Формули Муавра. 3. Означення границі числової послідовності. Геометричний зміст. Властивості послідовностей, які мають границю. 4. Нескінченно мала та нескінченно велика послідовності та їх властивості. 5. Арифметичні властивості границі. Перехід до границі в нерівностях. 6. Границя монотонної послідовності. Число e. 7. Принцип вкладених відрізків. 8. Підпослідовності. Теорема Больцано. 9. Фундаментальні послідовності. Критерій Коші збіжності послідовності. 10. Означення границі функції за Коші та за Гейне та їх еквівалентність. 11. Границя функцій у нескінченності. Критерій Коші. Однобічні границі. 12. Властивості функцій, які мають границю. 13. Арифметичні властивості границі функції. 14. Перша та друга важливі границі. 15. Порівняння нескінченно малих. Символи O та o. Еквівалентність нескінченно малих функцій. Шкала нескінченно малих. 16. Неперервність функції в точці та на множині. Арифметичні властивості неперервних функцій. Неперервність складеної функції. 17. Неперервність елементарних функцій. 18. Класифікація точок розриву функції. 19. Властивості неперервних на відрізку функцій. 20. Рівномірна неперервність функції. Теорема Кантора. 21. Поняття похідної. Односторонні похідні. 22. Диференційованість функції. Неперервність диференційованих функцій. 23. Арифметичні властивості похідних. 24. Похідна складеної функції. Похідна оберненої функції. |

25. Похідні елементарних функцій.
26. Диференціал функції, його властивості. Геометричне тлумачення диференціала. Застосування до наближених обчислень.
27. Інваріантність форми першого диференціала.
28. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Лейбниця. Неінваріантність форми диференціалів вищих порядків.
29. Похідна параметрично заданої функції. Логарифмічна похідна.
30. Теорема Ферма.
31. Теорема Ролля.
32. Теорема Лагранжа. Наслідки
33. Теорема Коші.
34. Правило Лопіталя.
35. Формула Тейлора.
36. Формули Маклорена для функцій e^x , $\cos x$, $\sin x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\alpha$.
37. Екстремум функції. Необхідна умови екстремуму.
38. Достатні умови екстремуму. Найбільше та найменше значення функції на замкненому проміжку.
39. Інтервали опуклості графіка функції. Точки перегину функції.
40. Асимптоти кривих.
41. Первісна. Основні властивості. Невизначений інтеграл.
42. Замін змінних в невизначеному інтегралі. Інтегрування частинами.
43. Інтегрування простих дробів.
44. Інтегрування дробово-раціональних функцій.
45. Інтегрування ірраціональних функцій. Підстановки Чебишова. Підстановки Ейлера.
46. Інтегрування тригонометричних виразів.
47. Визначений інтеграл: означення, необхідна умова інтегровності.
48. Властивості визначеного інтеграла.
49. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами у визначеному інтегралі.
50. Властивості визначеного інтеграла. Теорема про середнє.
51. Суми Дарбу, їх властивості.
52. Класи інтегровних функцій.
53. Визначений інтеграл як функція верхньої межі.
54. Формула Ньютона-Лейбніца.
55. Обчислення площ плоских фігур.
56. Довжина дуги кривої..
57. Об'єм тіла обертання. Площа поверхні обертання.
58. Застосування визначеного інтеграла до задач механіки: обчислення статичних моментів, моментів інерції та координат центру маси. Перша та друга теореми Гульдіна.
59. Невласні інтеграли першого роду: означення, властивості. Збіжність інтеграла виду $\int_a^{+\infty} \frac{dx}{x^p}$, $a > 0$.
60. Невласні інтеграли другого роду: означення, властивості. Інтегрування невластного інтегралу виду $\int_0^a \frac{dx}{x^p}$, $a > 0$.
61. Ознаки збіжності невластних інтегралів.
62. Абсолютна та умовна збіжність невластних інтегралів. Головне значення в сенсі Коші.

63. Гамма функція. Бета функція.

Питання до екзамену (II семестр)

1. Метрика n -вимірного евклідова простору. Окіл точки в \mathbf{R}^n . Внутрішні, граничні, межові, ізольовані точки множини. Відкриті та замкнені множини в \mathbf{R}^n . Поняття області в евклідовому просторі.
2. Границя послідовності в \mathbf{R}^n .
3. Границя функції кількох змінних та неперервність функції. Властивості неперервних функцій.
4. Частинні похідні та диференційованість функцій декількох змінних.
5. Неявні функції та їх похідні.
6. Похідна за напрямком.
7. Градієнт функції, його властивості.
8. Дотична площина та нормаль до поверхні.
9. Похідні вищих порядків. Теорема про незалежність мішаної похідної від порядку диференціювання.
10. Диференціали вищих порядків. Неінваріантність форми диференціала вищих порядків.
11. Формула Тейлора для функції кількох змінних.
12. Екстремум функції кількох змінних. Необхідні та достатні умови екстремуму. Випадок n змінних.
13. Умовний екстремум. Метод множників Лагранжа. Найбільше та найменше значення функції в замкненій області.
14. Подвійний інтеграл: означення, властивості.
15. Обчислення подвійного інтеграла по прямокутній області.
16. Обчислення подвійного інтеграла по довільній області в декартовій системі координат.
17. Обчислення площі при переході до криволінійної системи координат.
18. Перехід до полярних координат в подвійному інтегралі.
19. Застосування подвійного інтеграла до обчислення площ плоских фігур.
20. Обчислення площ поверхонь за допомогою подвійних інтегралів.
21. Знаходження об'ємів тіл за допомогою подвійного інтеграла.
22. Застосування подвійного інтеграла до задач механіки: обчислення статичних моментів, моментів інерції та координат центру маси.
23. Потрійні інтеграли. Означення, властивості.
24. Обчислення потрійного інтеграла по прямокутній області.
25. Обчислення потрійного інтеграла по довільній області.
26. Заміна змінних у потрійному інтегралі.
27. Циліндричні та сферичні координати.
28. Застосування потрійного інтеграла до задач геометрії та до задач механіки.
29. Криволінійний інтеграл 1-го роду. Означення, властивості і фізичний зміст. Обчислення криволінійних інтегралів 1-го роду.
30. Криволінійний інтеграл 2-го роду його означення, властивості і фізичний зміст. Обчислення криволінійного інтегралів 2-го роду.
31. Формула Гріна.
32. Умови незалежності криволінійного інтеграла від форми шляху інтегрування.
33. Застосування криволінійних інтегралів 1-го роду до задач механіки: обчислення статичних моментів, моментів інерції та координат центру маси кривої.

| | |
|-------------------|---|
| | <p>34. Поверхневий інтеграл 1-го роду. Означення, властивості. Обчислення поверхневого інтегралів 1-го роду.</p> <p>35. Застосування поверхневих інтегралів 1-го роду до задач механіки: обчислення статичних моментів, моментів інерції та координат центру маси поверхні.</p> <p>36. Поверхневий інтеграл 2-го роду. Означення, властивості. Обчислення поверхневого інтегралів 2-го роду.</p> <p>37. Фізичне тлумачення поверхневого інтегралу 2-го роду. Потік векторного поля через поверхню.</p> <p>38. Формула Остроградського-Гауса.</p> <p>39. Формула Стокса.</p> <p>40. Поняття числового ряду. Часткова сума, залишок ряду. Сума ряду. Збіжність і розбіжність ряду.</p> <p>41. Основні властивості збіжних числових рядів.</p> <p>42. Необхідна умова збіжності числового ряду. Необхідна та достатня умова збіжності числового ряду (критерій Коші).</p> <p>43. Необхідна та достатня умова збіжності додатного ряду.</p> <p>44. Перша теорема порівняння.</p> <p>45. Друга теорема порівняння</p> <p>46. Ознака д'Аламбера.</p> <p>47. Радикальна ознака Коші.</p> <p>48. Інтегральна ознака Коші-Маклорена.</p> <p>49. Ряди, в яких знаки членів строго чергуються. Теорема Лейбніца. Наслідок.</p> <p>50. Поняття абсолютної та умовної збіжності. Теорема про абсолютну збіжність.</p> <p>51. Властивості абсолютно та умовно збіжних рядів.</p> <p>52. Ознаки Діріхле та Абеля.</p> <p>53. Функціональні послідовності.</p> <p>54. Функціональний ряд. Рівномірна збіжність. Теорема Вейерштрасса.</p> <p>55. Теореми про: неперервність суми функціонального ряду, про почленне інтегрування функціонального ряду, про почленне диференціювання функціонального ряду.</p> <p>56. Степеневий ряд. Теорема Абеля. Радіус та інтервал збіжності степеневого ряду.</p> <p>57. Властивості збіжного степеневого ряду.</p> <p>58. Теорема про необхідну та достатню умову розкладу функції у ряд Тейлора.</p> <p>59. Теорема про достатню умову розкладу функції у ряд Тейлора.</p> <p>60. Розклад в степеневі ряди функцій e^x, $\cos x$, $\sin x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\alpha$.</p> <p>61. Тригонометричний ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є.</p> <p>62. Теорема про достатню умову подання функції через її ряд Фур'є.</p> <p>63. Ряд Фур'є для парних і непарних функцій.</p> <p>64. Ряд Фур'є для $2l$-періодичної функції, $l \neq \pi$.</p> <p>65. Ряд Фур'є для неперіодичної функції, заданої на півперіоді.</p> |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Схема курсу

1 семестр

| | Лекції | |
|--------------------|---|--------------------|
| 1 заняття. | Множини та операції над ними. Числові множини. Аксиоматичне означення множини дійсних чисел. Комплексні числа та їх властивості. Тригонометрична форма комплексних чисел. Формули Муавра. | [1], Ч.1, Р.1 |
| 2 заняття. | Межі числових множин. Відображення. Потужність множини. Поняття функції. Числові послідовності. Границя числової послідовності. | [1], Ч.1, Р.1, Р.2 |
| 3 заняття. | Властивості збіжних послідовностей. Нескінченно великі та нескінченно малі послідовності. Арифметичні дії зі збіжними послідовностями. Граничний перехід у нерівностях. | [1], Ч.1, Р.2 |
| 4 заняття. | Монотонні послідовності. Число Ейлера. Підпослідовності. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерій Коші. | [1], Ч.1, Р.2 |
| 5 заняття. | Функції однієї змінної. Границя функції. Односторонні границі. Властивості границь. Перша та друга важливі границі. | [1], Ч.1, Р.3 |
| 6 заняття. | Неперервність функції. . Класифікація точок розриву. Властивості неперервних функцій. | [1], Ч.1, Р.4 |
| 7 заняття. | Теореми Больцано-Коші та Вейерштрасса. Існування та неперервність оберненої функції. Рівномірна неперервність функцій. | [1], Ч.1, Р.4 |
| 8 заняття. | Похідна функції однієї змінної. Фізичний та геометричний зміст. Похідні елементарних функцій. Похідна складеної функції. Похідна оберненої функції. Диференційовність функції. Диференціал. | [1], Ч.1, Р.5 |
| 9 заняття. | Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца. Теореми про середнє. Формула Тейлора. Правила Лопітала | [1], Ч.1, Р.5 |
| 10 заняття. | Дослідження функцій. Ознаки монотонності функції. Екстремум функції. Опуклість графіка функції та точки перегину. Асимптоти. Побудова графіка функції | [1], Ч.1, Р.6 |
| 11 заняття. | Первісна. Невизначений інтеграл. Основні властивості. Методи інтегрування: безпосереднє інтегрування, заміна змінної інтегрування, інтегрування частинами. | [1], Ч.1, Р.8 |
| 12 заняття. | Методи інтегрування дробово-раціональних функцій. | [1], Ч.1, Р.8 |

| | | |
|--------------------|--|----------------------|
| 13 заняття. | Методи інтегрування ірраціональних функцій. Підстановки Ейлера та Чебишова. Інтегрування тригонометричних функцій. | [1], Ч.1, Р.8 |
| 14 заняття. | Визначений інтеграл, його властивості. Формула Ньютона-Лейбніца. | [1], Ч.1, Р.9 |
| 15 заняття. | Застосування визначених інтегралів. | [1], Ч.1, Р.10 |
| 16 заняття. | Невласні інтеграли. Ейлерові інтеграли. | [1], Ч.2, Р.18, Р.19 |

| Практичні заняття | | |
|--------------------------|---|-----------------|
| 1 заняття. | Метод математичної індукції. Елементарні функції, область визначення, множина значень, перетворення графіків.(с.р.) | [10], п.1.1 |
| 2 заняття. | Комплексні числа, дії над ними. Формули Муавра | [10], п.1.4 |
| 3 заняття. | Дії з множинами. Послідовності. | [10], п.1.2 |
| 4 заняття. | Границя послідовності. Нескінченно малі, нескінченно великі послідовності. | [10], п.1.6 |
| 5 заняття. | Монотонні послідовності. Підпослідовності | [10], п.1.6 |
| 6 заняття. | Границя функції. Обчислення границь. | [10], п.1.7 |
| 7 заняття. | Границя функції. Обчислення границь. Порівняння нескінченно малих та нескінченно великих функцій. | [10], п.1.8 |
| 8 заняття. | Неперервність функцій. Точки розриву. | [10], п.1.9 |
| 9 заняття. | Контрольна робота | |
| 10 заняття. | Знаходження похідних. Застосування першого диференціалу функції. | [10], п.2.1,2.2 |
| 11 заняття. | Знаходження похідних та диференціалів вищого порядку. Формула Тейлора. | [10], п.2.3,2.5 |
| 12 заняття. | Обчислення границь за правилами Лопітала. | [10], п.2.4 |
| 13 заняття. | Застосування похідної до дослідження функцій та побудова графіків. | [10], п.2.6 |

| | | |
|--------------------|--|------------------------|
| 14 заняття. | Контрольна робота | |
| 15 заняття. | Обчислення інтегралів. | [11], п.1.1,1.2 |
| 16 заняття. | Заміна змінних та інтегрування частинами невизначеного інтеграла. Інтегрування виразів з квадратичним тричленом | [11], п.1.2 |
| 17 заняття. | Методи інтегрування дробово-раціональних функцій. Метод Остроградського. | [11], п.1.3 |
| 18 заняття. | Інтегрування ірраціональних функцій. Підстановки Ейлера та Чебишова. | [11], п.1.4 |
| 19 заняття. | Інтегрування тригонометричних функцій. | [11], п.1.5 |
| 20 заняття. | Обчислення визначених інтегралів. | [11], п.2.1,2.2 |
| 21 заняття. | Застосування визначених інтегралів до задач геометрії. | [11], п.2.3 |
| 22 заняття. | Застосування визначених інтегралів до задач геометрії. Застосування визначених інтегралів до задач фізики та механіки. | [11], п.2.3, 2.4 |
| 23 заняття. | Невласні інтеграли. Ейлерові інтеграли. | [11], п.2.5 |
| 24 заняття. | Контрольна робота. | |

2 семестр

| | Лекції | |
|-------------------|--|------------------|
| 1 заняття. | Функції багатьох змінних (ФБЗ). Границя та неперервність ФБЗ. Частинні похідні. Поняття диференційовності ФБЗ. | [1], Ч.1, Р.7 |
| 2 заняття. | Похідна складеної і неявної функцій. Повний диференціал ФБЗ. Формула Тейлора. | [1], Ч.1, Р.7 |
| 3 заняття. | Екстремум ФБЗ. Умовний екстремум. Найбільше та найменше значення ФБЗ. | [1], Ч.1, Р.7 |
| 4 заняття. | Рівняння дотичної площини та нормалі до поверхні. Похідна за напрямком. Градієнт. | [1], Ч.1, Р.7 |
| 5 заняття. | Подвійний інтеграл. Подвійний інтеграл в полярних координатах. | [1], Ч.2, Р.3 |
| 6 заняття. | Застосування подвійних інтегралів. | [1], Ч.2, Р.3 |
| 7 заняття. | Потрійний інтеграл. Потрійний інтеграл в сферичних та циліндричних координатах. | [1], Ч.2, Р.3 |

| | | |
|--------------------|---|----------------------|
| 8 заняття. | Застосування потрійних інтегралів. | [1], Ч.2, Р.3 |
| 9 заняття. | Криволінійні інтеграли 1-ого роду. | [1], Ч.2, Р.13 |
| 10 заняття. | Криволінійні інтеграли 2-ого роду. | [1], Ч.2, Р.13 |
| 11 заняття. | Незалежність криволінійного інтеграла другого роду від шляху інтегрування. Формула Гріна. Застосування криволінійних інтегралів першого та другого роду у фізиці та механіці. | [1], Ч.2, Р.13 |
| 12 заняття. | Поверхневі інтеграли 1-ого роду. | [1], Ч.2, Р.14 |
| 13 заняття. | Поверхневі інтеграли 2-ого роду. | [1], Ч.2, Р.14 |
| 14 заняття. | Формули Остроградського-Гаусса та Стокса. | [1], Ч.2, Р.14, Р.15 |
| 15 заняття. | Числові ряди. | [1], Ч.2, Р.16 |
| 16 заняття. | Ознаки збіжності рядів з додатними членами. | [1], Ч.2, Р.16 |
| 17 заняття. | Знакозмінні ряди. Абсолютно та умовно збіжні числові ряди. | [1], Ч.2, Р.16 |
| 18 заняття. | Функціональні послідовності. | [1], Ч.2, Р.17 |
| 19 заняття. | Функціональні ряди. Властивості рівномірно збіжних функціональних рядів. | [1], Ч.2, Р.17 |
| 20 заняття. | Степеневі ряди. | [1], Ч.2, Р.17 |
| 21 заняття. | Ряди Тейлора та Маклорена. Застосування степеневих рядів. | [1], Ч.2, Р.17 |
| 22 заняття. | Ряди Тейлора та Маклорена. Застосування степеневих рядів. | [1], Ч.2, Р.17 |
| 23 заняття. | Ряди Фур'є. | [1], Ч.2, Р.20 |
| 24 заняття | Ряди Фур'є. | [1], Ч.2, Р.20 |

| | | |
|--|--------------------------|--|
| | Практичні заняття | |
|--|--------------------------|--|

| | | |
|--------------------|---|--------------------|
| 1 заняття. | Границя та неперервність ФБЗ. Частинні похідні ФБЗ. | [12], п.1.1,1.2 |
| 2 заняття. | Похідні складених та неявних функцій. Повний диференціал ФБЗ. | [12], п.2.1 |
| 3 заняття. | Частинні похідні та повні диференціали вищих порядків. | [12], п.2.2 |
| 4 заняття. | Екстремум функції багатьох змінних. | [12], п.3.1 |
| 5 заняття. | Умовний екстремум. | [12], п.3.4 |
| 6 заняття. | Дотична площина та нормаль до поверхні. Похідна за напрямком. Градієнт | [12], п.4.3 |
| 7 заняття. | Контрольна робота. | |
| 8 заняття. | Подвійні інтеграли. | [6], п.3.9 |
| 9 заняття. | Заміна змінних у подвійних інтегралах. | [6], п.3.9 |
| 10 заняття. | Обчислення площ та об'ємів. | [6], п.3.9 |
| 11 заняття. | Обчислення площ та об'ємів. | [6], п.3.9 |
| 12 заняття. | Потрійні інтеграли. | [6], п.3.9 |
| 13 заняття. | Потрійні інтеграли. | [6], п.3.9 |
| 14 заняття. | Застосування потрійних інтегралів. | [6], п.3.9 |
| 15 заняття. | Контрольна робота. | |
| 16 заняття. | Обчислення криволінійних інтегралів 1-ого роду. | [9], п.1.1 |
| 17 заняття. | Обчислення криволінійних інтегралів 2-ого роду. | [9], п.1.3 |
| 18 заняття. | Формула Гріна. | [9], п.1.3 |
| 19 заняття. | Обчислення поверхневих інтегралів 1-ого роду. | [9], п.2.1 |
| 20 заняття. | Обчислення поверхневих інтегралів 2-ого роду. | [9], п.2.3 |
| 21 заняття. | Формули Остроградського-Гаусса та Стокса. | [9], п.2.4 |
| 22 заняття. | Елементи теорії поля. | [9], п.2.4 |
| 23 заняття. | Контрольна робота. | |
| 24 заняття. | Числові ряди. | [11], п.3.1 |
| 25 заняття. | Числові ряди. Дослідження збіжності числових рядів з додатними членами: ознаки Даламбера, Коші, інтегральна ознака. | [11], п.3.2 |

| | | |
|--------------------|--|--------------------|
| 26 заняття. | Числові ряди. Дослідження збіжності числових рядів з додатними членами: ознаки порівняння, ознака Раабе. | [11], п.3.2 |
| 27 заняття. | Знакозмінні ряди. Абсолютна та умовна збіжність числових рядів. | [11], п.3.3 |
| 28 заняття. | Функціональні послідовності та ряди. | [11], п.4.1,4.2 |
| 29 заняття. | Степеневі ряди: радіус та область збіжності. Ряди Тейлора та Маклорена. | [11], п.5.2,5.3 |
| 30 заняття. | Ряди Тейлора та Маклорена. | [11], п.5.3 |
| 31 заняття. | Ряди Фур'є. | [11], п.5.4 |
| 32 заняття. | Контрольна робота. | |