

**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 28 серпня 2023р.)  
Завідувач кафедри Гаталевич А.І.



**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Математичний аналіз”,**  
**що викладається в межах ОПП “Інформатика”**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності 122 – комп'ютерні науки**

**Львів 2023 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Математичний аналіз 3
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет Кафедра вищої математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
<b>Викладачі дисципліни</b>	Тарасюк Святослав Іванович, доцент кафедри вищої математики Сущик Наталія Степанівна, доцент кафедри теорії функцій і функціонального аналізу Луківська Дзвенислава Володимирівна, асистент кафедри теорії функцій і функціонального аналізу
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:sviatoslav.tarasyuk@lnu.edu.ua">sviatoslav.tarasyuk@lnu.edu.ua</a> <a href="mailto:nataliya.sushchuk@lnu.edu.ua">nataliya.sushchuk@lnu.edu.ua</a> <a href="mailto:dzvenyslava.lukivska@lnu.edu.ua">dzvenyslava.lukivska@lnu.edu.ua</a> Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 370. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/matematychnyj-analiz-knit-so">https://ami.lnu.edu.ua/course/matematychnyj-analiz-knit-so</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна "Математичний аналіз" є нормативною дисципліною зі спеціальності 122 комп'ютерні науки, яка викладається в 1-му та 2-му семестрах в обсязі 9 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс спрямований на оволодіння класичними методами математичного аналізу, теоретичними положеннями та основними застосуваннями математичного аналізу в різноманітних задачах математики, механіки та прикладної математики, їх використання в подальших курсах з математики та прикладної математики, сприянню розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Оволодіти класичними методами математичного аналізу, теоретичними положеннями та основними застосуваннями математичного аналізу в різноманітних задачах математики, механіки та прикладної математики, їх використання в подальших курсах з математики та прикладної математики, сприянню розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заблоцький М.В., Сторож О.Г., Тарасюк С.І. Математичний аналіз, Київ: Знання, 2008</li> <li>2. Заблоцький М.В., Фединак С.І., Філевич П.В., Червінка К.А. Практикум з математичного аналізу, Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009</li> <li>3. Васильків І.М. Вища математика: теорії і задачі. Навчальний посібник, том 1, Львів: Євросоціум, 2022</li> <li>4. Васильків І.М. Вища математика: теорії і задачі. Навчальний посібник, том 2, Львів: Євросоціум, 2022</li> <li>5. Мильо О.Я., Синюта В.М., Онисько М.П. Диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних. Начальний посібник, Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2022</li> </ol>

	<p>6. Дороговцев А.Я., Математичний аналіз, Т.1, Київ: Либідь, 1993.</p> <p>7. Ляшко І.І., Ємельянов В.Ф., Боярчук О.К., Математичний аналіз, Київ, 1992.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг 9 кредитів ЄКТС – 270 годин. Аудиторних занять: 160 год., з них 80 годин лекцій та 80 годин практичних робіт. Самостійної роботи: 110 годин.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><b>Знати</b></p> <p>основні поняття математичного аналізу, зокрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- множини і дії над ними, загальне поняття відображення або функції, поняття образу та прообразу, поняття сюр'єкції, ін'єкції та бієкції, оберненої функції, суперпозиції функцій, графіка функції, рівнопотужних множин, зліченної множини, незліченної множини, множини потужності континуум, властивості злічених множин, означення дійсного числа, поняття точної верхньої і точної нижньої межі числової множини, принцип точних меж, теорему принцип вкладених відрізків,</li> <li>- означення границі послідовності, теорему про єдиність границі, теорему про обмеженість збіжної послідовності, теорему про три послідовності, теорему про арифметичні операції над збіжними послідовностями, поняття монотонної послідовності і теорему про існування границі монотонної послідовності, число <math>\epsilon</math>, підпослідовності, часткові границі послідовності, теорему про існування монотонної підпослідовності, теорему Больцано-Вейерштрасса, означення верхньої і нижньої границі послідовності, означення фундаментальної послідовності та критерій Коші,</li> <li>- означення границі функції в точці за Коші і за Гейне, теорему про односторонні границі, теорему про існування границі монотонної функції в точці, критерій Коші існування границі функції в точці, означення порядку однієї функції відносно іншої, означення неперервної функції в точці і на множині, теореми про арифметичні операції над неперервними функціями, про неперервність суперпозиції, про існування і неперервність оберненої функції, теорему Вейерштрасса та теорему Больцано-Коші про проміжне значення, рівномірної неперервності і теорему Кантора, розриви функції в точці і їх класифікацію,</li> <li>- означення похідної, геометричну інтерпретацію похідної, правила обчислення похідних, похідну від складеної та оберненої функції, поняття односторонніх похідних, теореми Ферма, Ролля, Лагранжа і Коші, теореми про монотонність і строгу монотонність на інтервалі, означення диференційовної функції в точці, критерій диференційовності, означення похідних вищих порядків, формулу Лейбніца, означення диференціалів вищих порядків, формулу Тейлора із залишковими членами в формі Пеано і Лагранжа, правила Лопітала,</li> <li>- означення опуклої вниз та вгору на інтервалі функції, критерій опуклості в термінах похідної і похідної другого порядку, точки локального екстремуму функції, необхідні умови локального екстремуму, достатні умови локального екстремуму в термінах похідної і в термінах похідних вищих порядків, означення точок перегину і методи їх знаходження, означення асимптот графіка функції;</li> <li>- поняття первісної та невизначеного інтеграла, таблицю невизначених інтегралів, теореми про інтегрування за допомогою підстановки і частинами, розклад раціональної функції на прості дроби методом невизначених коефіцієнтів, інтегрування простих дробів, інтегру-</li> </ul>

вання раціональної функції від  $\sin x$  і  $\cos x$ , універсальна тригонометрична підстановка, інтегрування диференціального бінома, підстановки Ейлера,

- означення верхньої та нижньої суми Дарбу і інтегральної суми, функція інтегрована за Ріманом на відрізку, властивості сум Дарбу, критерій інтегровності, теореми про інтегровність неперервної та монотонної функцій, лінійність і значення, означення інтеграла зі змінною верхньою межею, теореми про неперервність і диференційовність, теорему про існування первісної, формулу Ньютона-Лейбніца, теореми про заміну змінної і інтегрування частинами у визначеному інтегралі, означення площі криволінійної трапеції і формула для її обчислення, означення довжини дуги кривої і формули для її обчислення, означення об'єму тіла обертання і формула для його обчислення, означення площі поверхні тіла обертання і формули для його обчислення,
- означення невластивого інтеграла по нескінченному проміжку, властивості невластивих інтегралів, критерій Коші збіжності невластивих інтегралів, критерій збіжності невластивих інтегралів від невід'ємної функції, абсолютно і умовно збіжні невластиві інтеграли, ознаки Діріхле і Абеля, невластиві інтеграли від необмежених функцій,
- означення числового ряду, необхідні умови збіжності, геометрична прогресія, гармонійний ряд, узагальнений гармонійний ряд, елементарні властивості числових рядів, критерій Коші збіжності числового ряду, критерій збіжності для числових рядів з невід'ємними членами, перша і друга ознаки порівняння для рядів з невід'ємними членами, ознаки д'Аламбера, Коші і інтегральна збіжності рядів з невід'ємними членами, знакозмінний ряд, означення абсолютної і умовної збіжності ряду, теореми про абсолютно і умовно збіжні ряди, ознака Лейбніца, ознаки Діріхле і Абеля, теореми про групування та перестановку членів ряду, добуток рядів,
- поняття поточної та рівномірної збіжності на множині функціональної послідовності, критерій Коші рівномірної збіжності, ознаки Вейерштраса, Діріхле та Абеля рівномірної збіжності функціональних рядів, теореми про неперервність суми, почленне інтегрування, граничний перехід і почленне диференціювання функціонального ряду, означення степеневих рядів, теорема Коші-Адамара, радіус збіжності і інтервал збіжності, теорему про рівномірну збіжність степеневих рядів, теореми про властивості сум степеневих рядів, ряд Тейлора, скалярний добуток, норма функції, ортонормовані послідовності, коефіцієнти Фур'є і ряд Фур'є функції по ортонормованій послідовності, ряд Фур'є по тригонометричній послідовності функцій, теорему про розвинення функції в ряд Фур'є;
- частинні похідні, властивості диференційовних функцій, достатні умови диференційовності, частинні похідні вищих порядків, диференціали вищих порядків, формула Тейлора для функцій декількох змінних, локальні екстремуми функцій декількох змінних, необхідні умови локального екстремума, достатні умови локального екстремума, достатні умови локального екстремума для функцій двох змінних, означення диференційовності достатні умови умовного екстремуму, суми Дарбу і їх властивості, інтегральні суми, верхній і нижній інтеграл для обмеженої функції, означення кратного інтегралу по вимірній множині, сферична та циліндрична системи координат.

	<p><b>Вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виконувати операції над множинами, обчислювати границі послідовностей, обчислювати границі функцій в точці, досліджувати функції на неперервність, обчислювати похідну функції, досліджувати функції за допомогою похідних і будувати їх графіки.</li> <li>- обчислювати невизначені інтеграли, обчислювати інтеграли Рімана, застосовувати інтеграл Рімана до знаходження площ плоских фігур, довжин дуг кривих, об'ємів тіл обертання, площ поверхонь тіл обертання,</li> <li>- досліджувати невластиві інтеграли на збіжність, досліджувати на абсолютну та умовну збіжність числові ряди, досліджувати на рівномірну збіжність функціональні послідовності і функціональні ряди, досліджувати властивості сум функціональних рядів, розкласти функції в степеневі ряди та ряди Фур'є та досліджувати їх збіжність, досліджувати функції задані на метричних просторах,</li> <li>- знаходити границі функцій багатьох змінних в точках, обчислювати частинні похідні, зводити кратний інтеграл до повторного, виконувати заміну змінних у кратному інтегралі, обчислювати площі та об'єми за допомогою кратних інтегралів.</li> </ul>
<b>Компетентності</b>	<p><i>Інтегральна:</i> Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачають застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p><i>Загальні (ЗК):</i></p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.  ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):</i></p> <p>СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування</p> <p>СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.</p> <p>ПР6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.</p> <p>ПР8. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.</p>

<b>Ключові слова</b>	Функція, послідовність, границя послідовності, границя функції, неперервні функції, точки розриву функції, похідна, диференціал функції, формула Тейлора, первісна, інтегрування, інтеграл Рімана, інтегральна сума, невластивий інтеграл, числовий ряд, функціональна послідовність, функціональний ряд, степеневий ряд, ряд Фур'є, часткова похідна, повний диференціал, умовний екстремум, кратний інтеграл Рімана
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Елементи математичної логіки.</li> <li>2. Множини.</li> <li>3. Відображення (функції).</li> <li>4. Потужність множин. Злічені множини.</li> <li>5. Аксиоми дійсних чисел.</li> <li>6. Найважливіші класи дійсних чисел.</li> <li>7. Метод математичної індукції.</li> <li>8. Принцип точних меж числових множин.</li> <li>9. Принцип Архімеда та принцип вкладених відрізків.</li> <li>10. Множини потужності континуум.</li> <li>11. Поняття границя послідовності.</li> <li>12. Властивості границі послідовності.</li> <li>13. Нескінченно малі та великі послідовності.</li> <li>14. Арифметичні властивості границі послідовності.</li> <li>15. Монотонні послідовності. Число Ейлера.</li> <li>16. Підпослідовності.</li> <li>17. Фундаментальні послідовності.</li> <li>18. Поняття границі функції в точці.</li> <li>19. Властивості границі функції.</li> <li>20. Односторонні границі.</li> <li>21. Критерій Коші існування границі функції.</li> <li>22. Границя монотонної функції.</li> <li>23. Важливі границі функцій.</li> <li>24. Порівняння функцій (о-символіка).</li> <li>25. Неперервні функції в точці.</li> <li>26. Властивості неперервних в точці функцій.</li> <li>27. Класифікація точок розриву.</li> <li>28. Властивості неперервних на відрізьку функцій.</li> <li>29. Неперервність елементарних функцій.</li> <li>30. Рівномірна неперервність.</li> <li>31. Поняття похідної функції.</li> <li>32. Геометричний зміст похідної.</li> <li>33. Поняття диференційовної функції. Диференціал.</li> <li>34. Арифметичні властивості похідної.</li> <li>35. Похідна складеної функції.</li> <li>36. Похідна оберненої функції.</li> <li>37. Похідні та диференціали вищих порядків.</li> <li>38. Похідні неявно заданих та параметрично заданих функцій.</li> <li>39. Формула Лейбніца.</li> <li>40. Основні теореми про диференційовні функції.</li> <li>41. Правило Лопітала.</li> <li>42. Формула Тейлора.</li> <li>43. Монотонність і похідна.</li> <li>44. Опуклість і похідна.</li> <li>45. Екстремуми функцій однієї змінної.</li> <li>46. Асимптоти. Побудова графіків функцій.</li> </ol>

	<p>47. Первісна та невизначений інтеграл.</p> <p>48. Основні методи інтегрування.</p> <p>49. Інтегрування раціональних функцій.</p> <p>50. Інтегрування ірраціональних та тригонометричних функцій.</p> <p>51. Поняття визначеного інтеграла Рімана.</p> <p>52. Необхідна умова інтегровності за Ріманом.</p> <p>53. Інтегральні суми Дарбу.</p> <p>54. Критерії інтегровності.</p> <p>55. Класи інтегровних функцій.</p> <p>56. Інтеграл із змінною межею.</p> <p>57. Формула Ньютона-Лейбніца.</p> <p>58. Заміна змінних та інтегрування частинами в інтегралі Рімана.</p> <p>59. Геометричні застосування інтеграла Рімана.</p> <p>60. Поняття невластивого інтегралу.</p> <p>61. Ознаки збіжності невластивих інтегралів.</p> <p>62. Критерій Коші збіжності невластивого інтегралу.</p> <p>63. Абсолютна збіжність невластивих інтегралів.</p> <p>64. Поняття числового ряду.</p> <p>65. Ознаки збіжності числових рядів.</p> <p>66. Критерій Коші збіжності числового ряду.</p> <p>67. Абсолютна збіжність числових рядів.</p> <p>68. Функціональні послідовності і ряди.</p> <p>69. Рівномірна збіжність функціональних послідовностей і рядів.</p> <p>70. Ознаки рівномірної збіжності функціональних рядів.</p> <p>71. Властивості рівномірно збіжних функціональних послідовностей і рядів.</p> <p>72. Степеневі ряди. Ряди Тейлора.</p> <p>73. Ряди Фур'є.</p> <p>74. Функції багатьох змінних. Поняття відстані (метрики).</p> <p>75. Границя функції багатьох змінних.</p> <p>76. Неперервні функції багатьох змінних.</p> <p>77. Поняття часткової похідної функції багатьох змінних.</p> <p>78. Диференційовність та повний диференціал функції багатьох змінних.</p> <p>79. Диференціювання складених функцій багатьох змінних.</p> <p>80. Часткові похідні та диференціали вищих порядків функцій багатьох змінних.</p> <p>81. Диференціювання неявно заданих функцій багатьох змінних.</p> <p>82. Формула Тейлора для функції багатьох змінних.</p> <p>83. Екстремуми функцій багатьох змінних.</p> <p>84. Умовний екстремум функції багатьох змінних.</p> <p>85. Поняття кратного інтеграла Рімана.</p> <p>86. Зведення кратного інтеграла Рімана до повторного.</p> <p>87. Заміна змінних у кратному інтегралі Рімана. Сферична та циліндрична система координат.</p> <p>88. Геометричні застосування кратного інтеграла Рімана.</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Екзамени в кінці першого та другого семестрів
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань зі шкільного курсу математики достатніх для сприйняття основних ідей та методів математичного аналізу.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися</b>	Презентації, лекції, практичні заняття.

під час викладання курсу	
Необхідне обладнання	Аудиторія обладнана дошкою та засобами написання, мультимедійний проектор для презентацій.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p><b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховують за такі види роботи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- три практичні контрольні роботи по 10 балів кожна;</li> <li>- письмовий теоретичний колоквиум – 20 балів;</li> <li>- письмовий екзамен - 50 балів;</li> <li>- додаткові бали можуть бути нараховані за активність на практичних і лекційних заняттях.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> 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 індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> 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 й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. 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>
Питання до екзамену	На екзамені у першому та другому семестрах виносяться усі теми курсу (див. пункт Теми).
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.



### Схема курсу

Тиждень	Тема	Форма діяльності	Література	Тривалість, год	Термін виконання
1.1	Елементи математичної логіки. Множини. Відображення (функції).	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Елементи математичної логіки. Множини. Відображення (функції).	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Потужність множин. Зліченні множини. Аксиоми дійсних чисел.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Потужність множин. Зліченні множини. Аксиоми дійсних чисел.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.2	Найважливіші класи дійсних чисел. Метод математичної індукції.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Найважливіші класи дійсних чисел. Метод математичної індукції.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.3	Принцип точних меж числових множин. Принцип Архімеда та принцип вкладених відрізків.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Принцип точних меж числових множин. Принцип Архімеда та принцип вкладених відрізків.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Множини потужності континуум. Поняття границя послідовності. Властивості границі послідовності.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту

	Множини потужності континуум. Поняття границя послідовності. Властивості границі послідовності.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.4	Нескінченно малі та великі послідовності. Арифметичні властивості границі послідовності.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Нескінченно малі та великі послідовності. Арифметичні властивості границі послідовності.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.5	Монотонні послідовності. Число Ейлера. Підпослідовності.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Монотонні послідовності. Число Ейлера. Підпослідовності.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Фундаментальні послідовності. Поняття границі функції в точці. Властивості границі функції.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Фундаментальні послідовності. Поняття границі функції в точці. Властивості границі функції.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.6	Односторонні границі. Критерій Коші існування границі функції.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Односторонні границі. Критерій Коші існування границі функції.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.7	Границя монотонної функції. Важливі границі функцій.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту

	Границя монотонної функції. Важливі границі функцій.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Порівняння функцій (о-символіка). Неперервні функції в точці. Властивості неперервних в точці функцій.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Порівняння функцій (о-символіка). Неперервні функції в точці. Властивості неперервних в точці функцій.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.8	Класифікація точок розриву. Властивості неперервних на відрізьку функцій.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Класифікація точок розриву. Властивості неперервних на відрізьку функцій.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.9	Неперервність елементарних функцій. Рівномірна неперервність.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Неперервність елементарних функцій. Рівномірна неперервність.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Поняття похідної функції. Геометричний зміст похідної. Поняття диференційовної функції. Диференціал.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Поняття похідної функції. Геометричний зміст похідної. Поняття диференційовної	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття

	функції. Диференціал.				
1.10	Арифметичні властивості похідної. Похідна складеної функції.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Арифметичні властивості похідної. Похідна складеної функції.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.11	Похідна оберненої функції. Похідні та диференціали вищих порядків.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Похідна оберненої функції. Похідні та диференціали вищих порядків.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Похідні неявно заданих та параметрично заданих функцій. Формула Лейбніца.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Похідні неявно заданих та параметрично заданих функцій. Формула Лейбніца.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.12	Основні теореми про диференційовні функції. Правило Лопіталя.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Основні теореми про диференційовні функції. Правило Лопіталя.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.13	Формула Тейлора. Монотонність і похідна.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Формула Тейлора. Монотонність і похідна.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Опуклість і похідна. Екстремуми функцій однієї змінної.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту

	Опуклість і похідна. Екстремуми функцій однієї змінної.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.14	Асимптоти. Побудова графіків функцій. Первісна та невизначений інтеграл. Основні методи інтегрування.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Асимптоти. Побудова графіків функцій. Первісна та невизначений інтеграл. Основні методи інтегрування.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.15	Інтегрування раціональних функцій. Інтегрування ірраціональних та тригонометричних функцій.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Інтегрування раціональних функцій. Інтегрування ірраціональних та тригонометричних функцій.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
	Поняття визначеного інтеграла Рімана. Необхідна умова інтегровності за Ріманом.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 3 год.	до іспиту
	Поняття визначеного інтеграла Рімана. Необхідна умова інтегровності за Ріманом.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
1.16	Інтегральні суми Дарбу. Критерії інтегровності.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 4 год.	до іспиту
	Інтегральні суми Дарбу. Критерії інтегровності.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття

2.1	Класи інтегровних функцій. Інтеграл із змінною межею.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Класи інтегровних функцій. Інтеграл із змінною межею.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.2	Формула Ньютона-Лейбніца. Заміна змінних та інтегрування частинами в інтегралі Рімана.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Формула Ньютона-Лейбніца. Заміна змінних та інтегрування частинами в інтегралі Рімана.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.3	Геометричні застосування інтеграла Рімана. Поняття невластивого інтегралу.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Геометричні застосування інтеграла Рімана. Поняття невластивого інтегралу.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.4	Ознаки збіжності невластивих інтегралів. Критерій Коші збіжності невластивого інтегралу.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Ознаки збіжності невластивих інтегралів. Критерій Коші збіжності невластивого інтегралу.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.5	Абсолютна збіжність невластивих інтегралів. Поняття числового ряду.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту

	Абсолютна збіжність невластивих інтегралів. Поняття числового ряду.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.6	Ознаки збіжності числових рядів. Критерій Коші збіжності числового ряду.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Ознаки збіжності числових рядів. Критерій Коші збіжності числового ряду.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.7	Абсолютна збіжність числових рядів. Функціональні послідовності і ряди.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Абсолютна збіжність числових рядів. Функціональні послідовності і ряди.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.8	Рівномірна збіжність функціональних послідовностей і рядів. Ознаки рівномірної збіжності функціональних рядів.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Рівномірна збіжність функціональних послідовностей і рядів. Ознаки рівномірної збіжності функціональних рядів.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.9	Властивості рівномірно збіжних функціональних послідовностей і рядів. Степеневі ряди. Ряди Тейлора.	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту

	Властивості рівномірно збіжних функціональних послідовностей і рядів. Степеневі ряди. Ряди Тейлора.	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.10	Ряди Фур'є. Функції багатьох змінних. Поняття відстані (метрики).	лекція, самостійна робота	[1], [3], [6], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Ряди Фур'є. Функції багатьох змінних. Поняття відстані (метрики).	практична	[2], [3]	2 год	до наступного практичного заняття
2.11	Границя функції багатьох змінних. Неперервні функції багатьох змінних. Поняття часткової похідної функції багатьох змінних.	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Границя функції багатьох змінних. Неперервні функції багатьох змінних. Поняття часткової похідної функції багатьох змінних.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
2.12	Диференційовність та повний диференціал функції багатьох змінних. Диференціювання складених функцій багатьох змінних.	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 1,5 год.	до іспиту
	Диференційовність та повний диференціал функції багатьох змінних. Диференціювання складених функцій багатьох змінних.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
2.13	Часткові похідні та диференціали вищих порядків функцій багатьох змінних. Диференціювання	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 2 год.	до іспиту



	неявно заданих функцій багатьох змінних.				
	Часткові похідні та диференціали вищих порядків функцій багатьох змінних. Диференціювання неявно заданих функцій багатьох змінних.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
2.14	Формула Тейлора для функції багатьох змінних. Екстремуми функцій багатьох змінних.	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 2 год.	до іспиту
	Формула Тейлора для функції багатьох змінних. Екстремуми функцій багатьох змінних.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
2.15	Умовний екстремум функції багатьох змінних. Поняття кратного інтеграла Рімана. Зведення кратного інтеграла Рімана до повторного.	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 2 год.	до іспиту
	Умовний екстремум функції багатьох змінних. Поняття кратного інтеграла Рімана. Зведення кратного інтеграла Рімана до повторного.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
2.16	Заміна змінних у кратному інтегралі Рімана. Сферична та циліндрична система координат. Геометричні застосування кратного інтеграла Рімана.	лекція, самостійна робота	[1], [4], [5], [7]	2 год., 2 год.	до іспиту

	Заміна змінних у кратному інтегралі Рімана. Сферична та циліндрична система координат. Геометричні застосування кратного інтеграла Рімана.	практична	[2], [4], [5]	2 год	до наступного практичного заняття
--	--	-----------	---------------	-------	-----------------------------------