Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор
з науково-педагогічної роботи
_________ А.В. Пантелеймонов
"30" ________ 2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вища математика, теорія ймовірностей

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Комп'ютерні науки
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	комп'ютерних наук

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук «29» серпня 2018 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Ніколенко Ірина Геннадіївна**,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Макаров Олександр Анатолійович**

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри електроніки і управляючих систем **Філіпковська Марія Сергіївна**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки і управляючих систем

Протокол від «25» червня 2018 року № 12

Завідувач кафедри електроніки і управляючих систем

____________________ (Стєрвоєдов М.Г.)

Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

Протокол від «26» червня 2018 року № 11

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення

____________________ Куклін В.М.

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «27» червня 2018 року № 7

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

____________________ (Васильєва Л.В.)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Вища математика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім спеціалістам знань у галузі вищої математики, сучасної теорії ймовірностей і математичної статистики та використанні її методів в моделюванні і аналізі реальних об'єктів і процесів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- навчання студентів теоретичним основам і методам лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, комплексного аналізу, диференціальних рівнянь та застосуванню цих методів для розв'язання різноманітних задач теоретичного та практичного характеру

- вивчення моделі ймовірностного експерименту, різних підходів до визначення ймовірності випадкової події, аксіоматики А.М.Колмогорова; вивчення випадкових величин та їх числових характеристик, стандартних розподілів, закону великих чисел та центральної граничної теореми; вивчення вибіркового методу статистичного аналізу, методів оцінювання статистичних параметрів, побудова та аналіз регресійної моделі.

1.3. Кількість кредитів – 22

1.4. Загальна кількість годин - 660.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Денна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	2-й
Лекції	
64 год.	32 год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	32 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
114 год.	86 год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
25 год.	25 год.

Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
3-й	4-й
Лекції	
48 год.	48 год.
Практичні, семінарські заняття	
48 год.	48 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
54 год.	54 год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
25 год.	25 год.

1.6. Заплановані результати навчання:

знати:

- поняття вектора, лінійні операції над векторами;
- лінійні комбінації, лінійну залежність векторів, колінеарність та компланарність векторів;
- базис лінійного простору, базис на площині та у просторі, розклад вектора по базі, ортонормовані бази, афінні бази;
- скалярний добуток векторів, векторний та мішаний добуток векторів, властивості, зв'язок з колінеарністю та компланарністю;
- афінні систем координат, полярну, циліндричну та сферичну системи координат, формули переходу;
- пряму на площині та у просторі, її рівняння, взаємне розміщення прямих, пучки прямих, відстань від точки до прямої у просторі, відстань між двома мимобіжними прямими, знаходження спільного перпендикуляра двох мимобіжних прямих;
- пряму в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до прямої, півплощини, кут між прямими;
- площину у просторі, її рівняння, взаємне розміщення площин, пучок площин;
- площину в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до площини, півпростори, кут між площинами;
- загальне рівняння кривої другого порядку, квадратичні форми, матрицю квадратичної форми, перетворення рівняння кривої при перетворенні координат;
- зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного виду;
- рівняння кола, еліпса, гіперболи, параболи, ексцентриситети та директриси, властивості цих кривих;
- поверхні другого порядку, канонічні рівняння поверхонь другого порядку, еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, циліндри, конуси;
- правила розкриття визначника другого та третього порядків;
- методи Крамера та Гауса розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- аксіоматичну теорію дійсних чисел;

- властивості границь числових послідовностей та числових функцій;
- властивості неперервних функцій ;
- диференціальне числення функцій однієї змінної;
- теорію інтеграла Рімана на відрізку;
- теорію збіжності невласних інтегралів Рімана;
- теорію збіжності числових рядів;
- теорію рівномірної збіжності функціональних послідовностей та рядів;
- теорію степеневих рядів;
- елементи теорії метричних, нормованих та евклідових просторів;
- властивості границь функцій багатьох змінних;
- властивості неперервних функцій багатьох змінних;
- диференціальне числення функцій багатьох змінних;
- теореми існування та диференційованості неявних функцій;
- теорію внутрішніх та умовних екстремумів функцій багатьох змінних;
- властивості ейлеревих інтегралів;
- теорію кратних інтегралів Рімана;
- теорію криволінійних та поверхневих інтегралів першого роду;
- теорію криволінійних та поверхневих інтегралів другого роду;
- загальну формулу Стокса та класичні формули Гріна, Гаусса-Остроградського, Стокса;
- основи теорії векторних полів;
- елементи теорії рядів Фур'є за ортонормованими системами у гілбертовому просторі;
- нерівність Бесселя та рівність Ляпунова-Парсеваля;
- властивості перетворення Фур'є та інтегралу Фур'є;
- умови Коші-Рімана;
- центральну теорему Коші;
- ряди Тейлора і Лорана;
- методи розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку;
- визначення характеристичного многочлена диференціального рівняння, застосування визначника Вронського, призначення і визначення функції Коші;
- технологію зведення системи лінійних рівнянь першого порядку до одного рівняння другого порядку;
- теореми про існування зображення за Лапласом;
- формули зображення похідних, інтегралу згортки оригіналів;
- рівняння Ейлера-Пуассона, Остроградського;
- обгрунтовувати евристичні формули для функцій натуральної змінної за методом математичної індукції;

- доведення основних теорем; основні закони теорії ймовірностей і математичної статистики;
- класичне означення ймовірності;
- формулу повної ймовірності;
- формулу Байеса;
- означення розподілу,
- функції розподілу,
- щільності випадкових величин;
- найважливіші дискретні і неперервні закони розподілу;
- моменти випадкової велічини;
- сумісні розподіли випадкових велічин, кореляції;
- закон великих чисел;
- локальну і інтегральну теореми Муавра-Лапласа;
- центральну гранічну теорему;
- визначення емпіричних розподілов, моментів;
- будувати гістограми;
- моделювати випадкові величини;
- характеристики точкових оцінок;
- методи одержання точкових оцінок;
- методи одержання інтервальних оцінок;
- перевіряти статистичні гіпотези;
- елементи регресійного аналізу.

вміти:

- застосовувати лінійні операції над векторами, знаходити скалярні, векторні та змішані добутки векторів;
- застосовувати лінійні операції над матрицями, знаходити обернені матриці, ранг та визначник матриці;
- розв'язувати системи лінійних рівнянь методами Крамера, Гауса;
- знаходити відстань від точки до прямої у просторі, відстань між двома мимобіжними прямими, спільного перпендикуляр двох мимобіжних прямих;
- виписувати рівняння основних кривих та поверхонь другого порядку, знаходити ексцентриситети, директриси та асимптоти кривих другого порядку;
- знаходити границі послідовностей і функцій;
- досліджувати функції на неперервність і рівномірну неперервність;
- диференціювати складні та обернені функції;

- користуватися розвиненням функції за формулою Тейлора;
- застосовувати формулу Лейбніца;
- досліджувати функції на монотонність та опуклість;
- досліджувати функції на екстремум;
- користуватися правилом Лопіталя;
- будувати графік функції або кривої, що задана параметрично, з використанням диференціального числення;
- застосовувати таблицю первісних основних елементарних функцій і методи інтегрування для знаходження первісних більш складних функцій;
- досліджувати функцію на інтегровність за Ріманом;
- застосовувати формулу Ньютона-Лейбніца, метод інтегрування частинами та заміну змінних для обчислення інтегралів Рімана;
- застосовувати інтеграл Рімана в геометрії, механіці, фізиці;
- досліджувати на абсолютну та умовну збіжності невласні інтеграли Рімана;
- досліджувати на абсолютну та умовну збіжності числові ряди;
- досліджувати на рівномірну збіжність функціональні послідовності та ряди;
- отримувати розвинення функцій у ряд Тейлора;
- диференціювати функції багатьох змінних;
- диференціювати неявно задані функції;
- досліджувати на внутрішній та умовній екстремум функції багатьох змінних;
- обчислювати інтеграли за допомогою Г-функцій та В-функцій;
- обчислювати кратні інтеграли за допомогою теореми Фубіні та заміни змінних;
- застосовувати кратні інтеграли в геометрії, механіці, фізиці;
- обчислювати криволінійні та поверхневі інтеграли першого та другого родів;
- застосовувати формули Гріна, Гауса-Остроградського, Стокса для обчислення криволінійних та поверхневих інтегралів;
- застосовувати методи та термінологію векторної теорії полів;
- розкладати функцію у ряд Фур'є та досліджувати його на збіжність поточково та рівномірно;
- обчислювати інтеграли комплексної змінної за допомогою теореми Коші, інтегральної формули Коші та основної теореми теорії лишків;
- розвивати функції комплексної змінної у ряд Лорана;
- розв'язувати диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь.
- використовувати основні закони теорії ймовірностей і математичної статистики для аналізу реальних стохастичних об'єктів і процесів;
- моделювати випадкові величини і реальні стохастичні об'єкти.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

I семестр

Розділ 1. Елементи лінійної алгебри.

Тема 1. Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.

1. Матриці. Дії з матрицями. Подібні, симетричні, несиметричні, ортогональні та обернені матриці.
2. Визначники матриці. Властивості та обчислення визначників 2-го та 3-го порядків. Мінори, алгебраїчні доповнення, ранг матриці.
3. Розв'язування систем лінійних рівнянь матричним методом. Правило Крамера, методи Гаусса, Жордана-Гаусса.

Тема 2. Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.

1. Поняття вектора. Операції над геометричними векторами. Додавання векторів. Властивості додавання. Добуток вектора на число. Властивості добутка.

2. Означення лінійного векторного простору. Приклади.

3. Лінійні комбінації, лінійна залежність векторів. Необхідні та достатні умови лінійної залежності векторів.

4. Базис лінійного простору. Розмір лінійного простору. Колінеарні та компланарні вектори як приклади відповідно одновимірного та двовимірного лінійного простору.

5. Розклад вектора по базі. Координати вектора. Необхідні та достатні умови колінеарності двох векторів. Необхідні та достатні умови колінеарності двох та компланарності трьох векторів.

6. Ортонормовані бази. Проекція вектора на вісь та півплощину.

7. Скалярний добуток векторів, властивості. Евклідів простір. Довжина (норма) вектора.

8. Кут між векторами. Умова ортогональності двох векторів. Нерівність Коши-Буняковского. Проекції вектора.

9. Перетворення координат. Матриця переходу. Ортогональні перетворення. Орієнтація базисів, орієнтація простору.

10. Орієнтований об'єм трьох векторів, властивості, запис в координатах. Векторний та мішаний добуток векторів, властивості, зв'язок з колінеарністю та компланарністю. Подвійний векторний добуток.

11. Полярна, циліндрична та сферична системи координат. Формули переходу.

12. Власні числа та вектори матриць, методи їх знаходження.

Розділ 2. Елементи аналітичної геометрії.

Тема 3. Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в простору.

1. Пряма на площині, всеможливі рівняння, взаємне розташування прямих. Поділ відрізка в заданому відношенні (векторний та координатний способи). Пучки прямих.

2. Пряма в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до прямої, кут між прямими.

3. Площина у просторі, всеможливі рівняння, взаємне розташування площин. Пучок площин.

4. Площина в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до площини, півпростори, кут між площинами.

5. Пряма у просторі, всеможливі рівняння, взаємне розташування прямих у просторі, відстань від точки до прямої у просторі, відстань між двома мимобіжними прямими. Знаходження спільного перпендикуляра двох мимобіжних прямих.

Тема 4. Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в простору.

1. Еліпс, гіпербола, парабола. Директоріальна властивість еліпса і гіперболи. Полярний параметр. Рівняння еліпса, гіперболи, параболи в полярній системі координат.

2. Загальне рівняння кривої другого порядку. Квадратичні форми. Матриця квадратичної форми. Додатно визначені квадратичні форми, критерій Сильвестра. Перетворення рівняння кривої при перетворенні координат.

3. Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного виду.

4. Канонічні рівняння поверхонь другого порядку: еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, циліндри, конуси. Перетин поверхні другого порядку з площиною.

Розділ 3. Деякі елементи теорії числових множин та логіки. Комплексні числа. Границя, неперервність функцій.

Тема 5. Деякі елементи теорії числових множин та логіки.

1. Логічна символіка. Операції над висловлюваннями та їх властивості.

2. Множини. Операції над множинами та їх властивості.

3. Обмежені зверху (знизу) числові множини та їх верхні (нижні) межі. Обмежені числові множини.

Тема 6. Комплексні числа.

1. Алгебраїчна форма комплексних чисел. Рівні, спряжені, протилежні комплексні числа. Дії над комплексними числами.

2. Геометрична інтерпретація комплексних чисел.

3. Тригонометрична та показникові форми комплексного числа. Формули Ейлера і Муавра.

4. Корень n-го степеня з комплексного числа.

5. Розв'язування квадратних рівнянь з дійсними коефіцієнтами та комплексною змінною.

Тема 7. Границя функції.

1. Відображення. Образи та прообрази множин. Звуження та продовження відображень. Класифікація відображень. Оборотні відображення та відображення, обернені до них. Композиція відображень. Графік відображення. Приклади.

2. Означення околів та проколотих околів точки в $\mathbb{R}$. Ліві та праві півоколи точки в $\mathbb{R}$. Означення послідовності. Підпослідовності. Означення границі послідовності на мові нерівностей і на мові околів. Збіжні та розбіжні послідовності. Приклади. Нескінченні границі послідовностей. Єдність границі послідовності.

3. Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності. Зв'язок між нескінченно малими та нескінченно великими послідовностями. Зв'язок між збіжністю послідовності та її обмеженістю.

4. Нерівності між послідовностями, що виконані асимптотично. Теорема про зв'язок нерівностей між границями послідовностей з нерівностями між послідовностями та її наслідки. Теорема про три послідовності.

5. Леми про нескінченно малі послідовності. Теорема про арифметичні властивості границь послідовностей (про границі суми, різниці, добутку та частки).

6. Ознака Вейєрштрасса збіжності монотонних послідовностей та її наслідок. Число e (означення та оцінки).

7. Теорема Больцано-Вейєрштрасса. Верхня і нижня границі послідовності.

8. Фундаментальні послідовності, критерій Коші збіжності послідовності.

9. Означення граничної точки числової множини. Загальне означення границі функції за Коші на мові околів. Загальне означення границі функції за Гейне. Теорема про еквівалентність означень границі функції за Коші та за Гейне.

10. Теорема про єдиність границі функції. Достатня умова відсутності границі функції. Теорема про арифметичні властивості границь функцій.

11. Зв'язок між нескінченно малими та нескінченно великими функціями. Лема про нескінченно малі функції.

12. Теорема про граничний перехід у нерівностях та її наслідки. Теорема про три функції. Теорема про границю композиції функцій.

13. Однобічні границі функції в точці. Критерій існування границі функції у двобічній граничній точці на мові однобічних границь. Однобічне прямування функції до своєї границі. Означення монотонних функцій. Теорема Вейєрштрасса.

14. Друга чудова границя та її наслідки.

15. Перша чудова границя. Нерівності для синуса та тангенса.

16. Порівняння асимптотичної поведінки функцій при $x \to a$ (O-символіка). Зв'язок між символами $f(x) = o(g(x))$ $(x \to a)$ і $f(x) = O(g(x))$ $(x \to a)$. Властивості O-символіки.

17. Означення верхньої та нижньої границь функції Теорема про існування верхньої та нижньої границь функції. Критерій існування границі функції в термінах її верхньої та нижньої границь. Критерій Коші існування скінченної границі функції.

Тема 8. Неперервність функції.

1. Означення неперервної в точці функції. Приклади. Локальні властивості неперервних функцій (теорема про збереження нерівностей, теорема про арифметичні властивості, теорема про композицію для неперервних функцій та лема про збереження знаку функції).

2. Означення неперервної на множині функції. Теорема Вейєрштрасса про обмеженість функції, неперервної на відрізку.

3. Теорема Больцано-Коші про проміжні значення неперервної функції та її наслідок.

4. Означення рівномірно неперервної на множині функції. Теорема Кантора про рівномірну неперервність функції.

5. Класифікація точок розриву.

Розділ 4. Диференційовність функції. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора. Дослідження функцій, графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.

Тема 9. Диференційовність функції, її диференціал і похідна.

1. Означення диференційовної функції в точці. Приклади знаходження похідної для елементарних функцій. Необхідна умова диференційованості функції у точці та приклад, що спростовує її достатність. Однобічні похідні функції та критерій диференційовності в термінах однобічних похідних.

2. Арифметичні властивості диференційованих у точці функцій. Похідна композиції. Похідна оберненої функції. Приклади. Таблиця похідних основних елементарних функцій.

3. Геометричне тлумачення поняття похідної функції. Рівняння дотичної та нормалі до графіка диференційовної функції.

4. Похідна функцій, заданих параметрично та в полярних координатах. Приклади.

5. Означення диференціала функції в точці. Зв'язок між диференційовністю функції та існуванням похідної функції в точці. Зв'язок між диференціалом і похідною функції в точці. Геометричне тлумачення поняття диференціалу функції. Арифметичні властивості та властивість інваріантності форми диференціалу функції.

6. Внутрішність числової множини. Означення локальних та глобальних (строгих та нестрогих) екстремумів функцій. Теорема Ферма (необхідна умова локального екстремуму диференційовної функції). Приклади, що спростовують достатність цієї умови та показують суттєвість умов теореми.

7. Теорема Ролля та її наслідок. Приклади, що показують суттєвість умов теореми. Теорема Лагранжа. Наслідки теореми Лагранжа. Теорема Коші.

Тема 10. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.

1. Означення похідних вищих порядків і класів функцій $C^n(X)$, $C^\infty(X)$. Приклад диференційовної функції, яка не є неперервно диференційовною. Похідні вищих порядків деяких елементарних функцій. Означення диференціалів вищих порядків та їх зв'язок з похідними вищих порядків функцій. Порушення інваріантності форми диференціалів вищих порядків. Формула Лейбніца.

2. Правило Лопіталя розкриття невизначеностей типу $\frac{0}{0}$ і $\frac{\infty}{\infty}$.

3. Формула Тейлора для поліномів. Означення полінома Тейлора для функції, що n разів диференційовна в точці. Локальна формула Тейлора із залишковим членом у формі Пеано. Єдиність асимптотичного поліноміального розвинення n-го степеня із залишковим членом у формі Пеано.

4. Формули Маклорена для деяких елементарних функцій. Теорема про залишковий член та її наслідки (залишковий член у формі Лагранжа та Коші). Обчислення границь функції за допомогою формули Тейлора.

5. Критичні точки. Достатні умови наявності (відсутності) локального екстремуму функції в термінах першої похідної. Достатні умови наявності (відсутності) локального екстремуму функції в термінах вищих похідних.

6. Означення (строго) опуклих та угнутих функцій на проміжку. Геометричне тлумачення опуклості та угнутості. Означення точки перегину графіка функції. Необхідна умова в точці перегину для двічі диференційовних функцій. Достатні умови строгої опуклості функції та наявності (відсутності) точки перегину.

Тема 11. Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.

1. Асимптоти графіка функції. Теорема про знаходження коефіцієнтів асимптот.

2. Схема дослідження функції та побудова її графика. Приклад.

3. Полярна система координат. Зв'язок декартових координат з полярними. Перехід від кривої, заданої в полярній системі координат, до параметричного подання її в декартовій системі координат. Асимптоти кривих, що задані параметрично в декартовій системі координат. Асимптоти кривих, що задані в полярній системі координат.

II семестр

Розділ 5. Невизначений інтеграл.

Тема 12. Невизначений інтеграл.

1. Означення первісної функції на проміжку. Теорема про структуру множини первісних функції на проміжку. Приклад функції на проміжку, в якої не існує первісної на цьому проміжку. Невизначений інтеграл і його властивості. Таблиця первісних деяких елементарних функцій. Формула заміни змінної та формула інтегрування частинами для невизначеного інтегралу.

2. Раціональні функції (дроби), розкладення їх на найпростіші. Інтегрування найпростіших раціональних функцій. Метод Остроградського виділення раціональної частини інтеграла.

3. Інтегрування функцій, раціональних відносно радикала з дробово-лінійної функції та незалежної змінної. Інтегрування диференціального бінома.

4. Інтегрування функцій, раціональних відносно квадратичної ірраціональності та незалежної змінної, за допомогою підстановок Ейлера. Деякі окремі випадки (в тому числі інтегрування відношення полінома та квадратичної ірраціональності).

5. Деякі властивості парних і непарних раціональних функцій і їх використання при інтегруванні раціональних функцій відносно синуса та косинуса. Універсальна тригонометрична підстановка. Інтегрування добутку раціональних степенів синуса та косинуса. Інтегрування функцій, раціональних відносно експонент.

Розділ 6. Визначений інтеграл та його застосування.

Тема 13. Визначений інтеграл та його застосування.

1. Розбиття відрізка та набори точок, узгоджені з даним розбиттям. Означення інтегральних сум Рімана, інтеграла Рімана та класу інтегровних за Ріманом функцій. Приклади інтегровних та неінтегровних за Ріманом функцій. Необхідна умова інтегровності функції за Ріманом.

2. Нижні (верхні) суми Дарбу та їх властивості. Означення нижнього (верхнього) інтеграла Дарбу.

3. Лема Дарбу. Критерій Дарбу інтегровності функцій за Ріманом і його різні еквівалентні формулювання. Критерій Рімана інтегровності функцій у розумінні Рімана.

4. Класи функцій, інтегровних за Ріманом (неперервні на відрізку функції; обмежені функції, що мають на відрізку не більше ніж скінченне число точок розриву; монотонні на відрізку функції).

5. Адитивність інтеграла Рімана як функції відрізка. Лінійність інтеграла Рімана відносно підінтегральної функції. Інтегровність добутку та модуля інтегровних за Ріманом функцій. Оцінка модуля інтеграла. Позитивність та монотонність інтеграла Рімана, теорема про середнє (значення) для інтеграла Рімана.

6. Неперервність та диференційовність функції, заданої інтегралом Рімана із змінною верхньою межею інтегрування. Існування первісної у неперервної на відрізку функції. Друга теорема про заміну змінної в інтегралі Рімана.

7. Основна формула інтегрального числення (формула Ньютона-Лейбніца) та її наслідок про відновлення функції за її похідною через інтеграл Рімана. Формула інтегрування частинами для інтеграла Рімана, теорема про заміну змінної в інтегралі Рімана.

8. Основні властивості площ многокутних фігур. Означення нижньої та верхньої площі, взагалі, площі та квадровності множин на площині. Критерій квадровності множин.

9. Квадровність криволінійної трапеції та знаходження її площі.

10. Квадровність криволінійного сектора та знаходження його площі.

11. Довжина кривої. Властивості спрямлюваної кривої. Теорема про обчислення довжини кривої. Наслідки.

12. Кубовність тіл. Критерій кубовності. Обчислення об'єму тіла, яке здобуте обертанням графіка функції навколо вісі Ох.

13. Квадровність поверхні обернення. Знаходження площі поверхні, яку здобуто оберненням графіка функції навколо вісі Ох.

Розділ 7. Невласні інтеграли та числові ряди.

Тема 14. Невласні інтеграли.

1. Означення невласного інтеграла по необмеженому проміжку (інтеграла 1-го роду), його збіжність. Еталонний інтеграл 1-го роду, його збіжність. Критерій Коші збіжності невласного інтеграла по необмеженому проміжку. Критерій збіжності невласного інтеграла від невід'ємної функції. Ознака порівняння збіжності невласних інтегралів і її наслідки. Приклад.

2. Означення абсолютної та умовної збіжностей невласних інтегралів 1-го роду. Зв'язок збіжностей невласних інтегралів від функції та від модуля функції. Ознаки Діріхле та Абеля збіжності невласного інтеграла 1-го роду. Приклади.

3. Означення невласного інтеграла від необмеженої функції (інтеграла 2-го роду), його збіжність. Еталонний інтеграл 2-го роду, його збіжність. Критерій Коші збіжності невласного інтеграла від необмеженої функції. Критерій збіжності невласного інтеграла від невід'ємної функції. Ознака порівняння збіжності невласних інтегралів і її наслідки. Приклад.

4. Означення абсолютної та умовної збіжностей невласних інтегралів 2-го роду. Зв'язок збіжностей невласних інтегралів від функції та від модуля функції. Ознаки Діріхле та Абеля збіжності невласного інтеграла від необмеженої функції (інтеграла 2-го роду). Приклади.

5. Властивості невласних інтегралів (лінійність невласних інтегралів відносно підінтегральної функції; адитивність невласного інтеграла як функції проміжку). Формули заміни змінної та інтегрування частинами для невласних інтегралів. Формула Ньютона-Лейбніца для невласних інтегралів. Головне значення невласного інтеграла.

Тема 15. Числові ряди.

1. Означення ряду, його часткових сум і збіжності ряду. Найпростіші властивості числових рядів. Критерій Коші збіжності числових рядів. Необхідна умова збіжності числового ряду. Гармонійний ряд. Сума нескінченної геометричної прогресії.

2. Ряди з невід'ємними членами, ознаки їх збіжності (ознака порівняння та її наслідки, ознака Даламбера, радикальна та інтегральна ознаки Коші, ознаки Раабе та Гаусса збіжності рядів). Приклади.

3. Ряди з чергуванням знаків і лейбніцевські ряди. Ознака Лейбніца збіжності рядів і її наслідок. Абсолютна та умовна збіжності рядів. Зв'язок збіжності ряду зі збіжністю ряду, складеного з модулів членів вихідного ряду. Ознаки Діріхле та Абеля збіжності рядів. Приклади.

4. Означення перестановок числового ряду. Теореми про збіжність ряду, отриманого перестановкою членів абсолютно збіжного числового ряду. Теорема Рімана. Дії з рядами. Означення добутку числових рядів. Теорема Коші про добуток рядів.

Розділ 8. Функціональні послідовності, функціональні ряди. Степеневі ряди.

Тема 16. Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.

1. Означення функціональних послідовностей та функціональних рядів. Означення збіжності та рівномірної збіжності на множині функціональних послідовностей та функціональних рядів. Відповідні приклади. Критерій Коші рівномірної збіжності на множині функціональних послідовностей та функціональних рядів. Критерій рівномірної збіжності функціональних послідовностей, наслідок. Необхідна умова рівномірної збіжності функціонального ряду.

2. Теорема про рівномірну збіжність функціонального ряду, члени якого отримані помноженням членів рівномірно збіжного ряду на обмежену функцію. Ознаки Вейерштрасса, Абеля та Діріхле рівномірної збіжності функціональних рядів.

3. Теорема про неперервність суми функціонального ряду. Теорема про інтегровність суми функціонального ряду (теорема про почленне інтегрування функціонального ряду). Теорема про диференційовність суми функціонального ряду (теорема про почленне диференціювання функціональних рядів).

4. Означення степеневого ряду. Формули для обчислення радіусу збіжності степеневого ряду (Коші-Адамара, Даламбера). Теорема про абсолютну збіжність степеневих рядів. Теорема Абеля. Теорема про рівномірну збіжність степеневого ряду на відрізку.

5. Арифметичні дії над степеневими рядами.

6. Означення аналітичної функції в точці. Властивості аналітичних функцій (необхідна та достатньо умови аналітичності функції у точці). Приклад нескінченно диференційовної числової функції дійсного аргументу, яка не є аналітичною.

7. Степеневі ряди з комплексними членами.

III семестр

Розділ 9. Метричні простори. Диференціальне числення функцій кількох змінних.

Тема 17. Метричний простір $\mathbb{R}^n$. Диференціальне числення функцій кількох змінних.

1. Означення метрики та метричного простору. Приклад (□n , ρ). Відкриті (замкнені) множини у метричному просторі (□n , ρ), приклади. Властивості відкритих (замкнених) множин в (□n , ρ). Означення ε-околів та проколотих ε-околів.

2. Означення діаметра множини та обмеженої множини. Властивість віддільності точок у метричному просторі. Граничні точки множин. Означення ізольованих, внутрішніх, зовнішніх і межових точок множин у метричних просторах. Замикання множин, компакти у просторі □n.

3. Означення послідовностей у просторі $\mathbb{R}^n$. Означення границі послідовності у просторі $\mathbb{R}^n$. Збіжні та фундаментальні послідовності. Зв'язок між фундаментальністю послідовності та її збіжністю. Теорема Больцано-Вейєрштрасса. Ознака компактності.

4. Означення границі функції кількох змінних за Коші та за Гейне. Границя функції по множині. Означення неперервності функцій кількох змінних. Теорема Вейерштрасса. Рівномірна неперервність функцій кількох змінних. Теореми Кантора та теорема про границю композиції відображень. Приклад функції двох змінних, для якої не існує всебічної границі, але існує границя за будь-яким напрямком.

5. Означення диференційовності в точці функції кількох змінних, диференціала та похідної функції в точці. Необхідна умова диференційовності функції (зв'язок між неперервністю та диференційовністю функції в точці). Означення частинних похідних функцій в точці та теорема про зв'язок диференційовності функції в точці з диференційовністю в цій точці за окремими змінними. Приклад функції двох змінних, для якої існують усі частинні похідні у точці, але яка не є диференційованою у цій точці.

6. Достатня умова диференційовності функції в точці. Означення неперервної диференційовності відображення та її зв'язок з неперервністю частинних похідних координатних функцій. Геометричне тлумачення диференційовності функції двох змінних (в тому числі рівняння дотичних та нормальних площин до графіку функції, тлумачення диференціалу).

7. Правила диференціювання функцій кількох змінних (теорема про диференційовність композиції та її наслідок (формула для обчислення частинних похідних складної функції кількох змінних, інваріантність форми першого диференціала).

8. Похідна функції за напрямком. Теорема про існування похідних за всіма напрямками для диференційовної у внутрішній точці функції та зв'язок похідної за напрямком з градієнтом функції. Геометричний зміст градієнта функції. Ортогональність градієнта функції в точці до лінії рівня, що проходить через цю точку.

9. Частинні похідні функції m-порядку в точці. Необхідні (достатні) умови m разів диференційовності функції в точці.

10. Теорема Шварца про рівність змішаних похідних другого порядку. Зв'язок диференціалів функції з частинними похідними. Диференціали вищих порядків для функції багатьох змінних, їх неінваріантність..

11. Формула Тейлора для функцій кількох змінних із залишковим членом у формі Пеано. Формула Тейлора для функцій кількох змінних із залишковим членом у формі Лагранжа.

12. Означення функції, заданої у неявному вигляді. Теорема про існування функції, заданої неявно. Теорема про диференійовність неявних функцій.

13. Неявні функції кількох змінних. Теорема про існування та диференційованість неявних функцій кількох змінних.

14. Неявні функції, задані за допомогою системи рівнянь. Матриця Якобі, якобіан системи рівнянь. Теорема про розв'язок та диференційовність розв'язку системи.

Розділ 10. Екстремуми функцій кількох змінних.

Тема 18. Екстремуми функцій кількох змінних.

1. Означення локальних екстремумів (строгих та нестрогих) функцій кількох змінних. Необхідна умова внутрішнього екстремуму диференційовної функції, наслідок.

2. Достатні умови наявності (відсутності) локального внутрішнього екстремуму в стаціонарній точці двічі диференційовної функції, наслідок для випадку функції двох змінних.

3. Означення умовного екстремуму функції кількох змінних. Метод невизначених множників Лагранжа. Приклад знаходження умовного екстремуму за означенням та за методом Лагранжа.

4. Метод найменших квадратів.

Розділ 11. Кратні інтеграли Рімана.

Тема 19. Подвійні інтеграли.

1. Задача про об'єм циліндричного брусу. Розбиття прямокутника, діаметр розбиття прямокутника, інтегральні суми, подвійні інтеграли по прямокутнику. Означення інтегровної за Ріманом функції на прямокутнику. Необхідна умова інтегровності за Ріманом. Верхні та нижні суми Дарбу та їх властивості. Критерій Рімана інтегровності за Ріманом обмеженої функції, визначеної на прямокутнику.

2. Подвійний інтеграл по довільній обмеженій множині. Достатні умови інтегровності функції. Приклад знаходження подвійного інтеграла за означенням.

3. Властивості подвійного інтегралу (адитивність подвійного інтеграла Рімана як функції множини, лінійність подвійного інтеграла відносно підінтегральної функції двох змінних, інтегровність добутку та модуля інтегровних функцій, оцінка модуля інтеграла, позитивність та монотонність подвійного інтеграла, теорема про середнє (значення) для подвійного інтеграла).

4. Лема про обчислення подвійних інтегралів від інтегровної на прямокутнику функції за допомогою повторних. Теорема про обчислення подвійних інтегралів від інтегровної на криволінійній трапеції функції за допомогою повторних. Приклад обчислення подвійного інтеграла за допомогою цієї теореми.

5. Множини, вимірні за Жорданом. Приклад обмеженої та не вимірної за Жорданом множини. Множини міри нуль і відповідні критерії про такі множини. Критерій про вимірність за Жорданом множини.

6. Властивості вимірних за Жорданом множин. Заміна змінних в подвійних інтегралах. Полярна система координат.

7. Площа поверхні. Знаходження площі поверхонь , які задані різними способами (явно та за допомогою параметрів).

8. Застосування подвійних інтегралів в механіці.

Тема 20. Потрійні інтеграли.

1. Задача про обчислення маси тіла. Розбиття паралелепіпеда, діаметр розбиття паралелепіпеда, інтегральні суми, потрійні інтеграли по паралелепіпеду. Означення інтегровної за Ріманом функції на паралелепіпеду. Необхідна умова інтегровності за Ріманом. Верхні та нижні суми Дарбу та їх властивості. Критерій Рімана інтегровності за Ріманом обмеженої функції, визначеної на паралелепіпеду. Потрійний інтеграл по довільному тілу.

2. Достатні умови інтегровності функції Просторова міра Жордана. Властивості потрійного інтегралу. Обчислення потрійних інтегралів за допомогою повторних.

3. Заміна змінних в потрійних інтегралах. Сферичні та циліндричні координати, знаходження об'єму.

4. Застосування потрійних інтегралів у механіці.

5. Многократні інтеграли. Теорема Фубіні.

Розділ 12. Криволінійні та поверхневі інтеграли другого роду. Елементи теорії поля.

Тема 21. Криволінійні інтеграли.

1. Задача про знаходження маси кривої. Означення криволінійного інтеграла 1-го роду по простій гладкій кривій, його незалежність від вибору параметризації та теорема про його зведення до інтеграла Рімана. Властивості криволінійних інтегралів 1-го роду.

2. Орієнтована крива. Криволінійний інтеграл 2-го роду, його властивості. Зведення криволінійного інтегралу 2-го роду до визначеного інтегралу.

3. Зв'язок між криволінійними інтегралами 1 та 2-го роду. Фізичне тлумачення криволінійних інтегралів 2-го роду.

4. Означення гладкої, регулярної, замкнутої кривої, простого замкнутого контуру; замкнутої області, однозв'язної області; додатного направлення обходу контуру. Формула Гріна., наслідки (знаходження площин множин).

5. Означення векторного, потенційного поля. Критерій потенційності поля. Теорема про незалежність криволінійного інтеграла 2-го роду від путі інтегрування (достатня умова потенційності поля).

6. Еквівалентні постановки задачі про незалежність криволінійного інтеграла 2-го роду від путі інтегрування та критерій такої незалежності. Критерій потенціальності поля у $\mathbb{R}^2$.

Тема 22. Поверхневі інтеграли.

1. Односторонні та двосторонні поверхні. Сторона поверхні. Знаходження направляючих косинусів нормалі для поверхонь, які задані явно та за допомогою параметрів. Орієнтація поверхні. Прості кусково -гладкі поверхні.

2. Поверхневі інтеграли 1-го роду по двостороннім кусково -гладким поверхням. Зведення поверхневого інтегралу 1-го роду до подвійних інтегралів, наслідки.(для поверхонь, які задані за допомогою параметрів, явно, знаходження площини поверхні).

3. Поверхневі інтеграли 2-го роду по вибраній стороні поверхні. Зв'язок між поверхневими інтегралами 1-го и 2-го родів по двостороннім гладким поверхням. Незалежність поверхневого інтеграла 2-го роду від вибору параметризації при фіксованій орієнтації та його залежність від орієнтації поверхні. Формула для обчислення поверхневого інтеграла 2-го роду через кратний інтеграл.

Тема 23. Елементи теорії поля.

1. Скалярні, векторні поля. Оператор Гамільтона, градієнт. Дивергенція, циркуляція, ротор, потік векторного поля. Критерій потенціальності векторного поля та критерій соленоїдальності векторного поля в області в термінах елементів теорії поля.

2. Формула Стокса. Формула Гауса-Остроградського. Їх формулювання у термінах векторного аналізу.

В частині «Теорії ймовірності»

Розділ 1. Основні поняття теорії ймовірностей. Ймовірностний простір, ймовірність випадкової події, аксіоматика А.М.Колмогорова.

Тема 1. Історичний огляд. Дискретний ймовірнісний простір, ймовірність випадкової події. Класичне визначення ймовірності. Алгебра подій.

Тема 2. Теорема додавання, умовна ймовірність та теорема множення. Формула повної ймовірності та формула Байєса.

Тема 3. Послідовність незалежних випробувань (схема Бернуллі), геометричне визначення ймовірності, аксіоматика А.М. Колмогорова.

Розділ 2. Випадкові величини, стандартні розподіли, послідовності випадкових величин.

Тема 4. Випадкові величини як функції на просторі елементарних подій. Дискретні випадкові величини. Найважливіші дискретні розподіли.

Тема 5. Функції розподілу випадкової величини та її властивості. Щільність розподілу.

Найважливіші неперервні розподіли.

Тема 6. Багатовимірні випадкові величини. Функції от випадкових величин. Сумісний розподіл випадкових величин. Незалежні випадкові величини.

Тема 7. Математичне сподівання випадкової величини. Дисперсія. Моменти. Нерівність Чебишова. Кореляція.

Тема 8. Закон великих чисел та його роль у природознавстві. Теорема Бернуллі. Теорема Чебишова.

Тема 9. Центральна гранична теорема. Теорема Ляпунова. Теореми Муавра-Лапласа.

IV семестр

Розділ 13. Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Формула Коші. Ряди Лорана.

Тема 24. Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.

1. Компактифікація множини комплексних чисел. Сфера Рімана. Області в J . Порядок зв'язності області. Прості та кратні точки контуру.

2. Функції комлексної змінної. Границя, неперервність та диференційовність функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана (Даламбера-Ейлера).

3. Геометричне тлумачення аргумента та модуля похідної. Конформні відображення.

4. Елементарні функції комплексної змінної.

5. Інтегровність функції комплексної змінної. Формула Коші.

6. Ізольовні точки, їх класифікація. Ряди Лорана.

7. Лишки та їх застосування до обчислення інтегралів.

Розділ 14. В-функція та Г-функція Ейлера. Тригонометричні ряди Фур'є.

Тема 25. В-функція та Г-функція Ейлера.

1. В-функція Ейлера та її властивості (область визначення, симетричність, формули зниження та її наслідки для натуральних аргументів, другі вигляди В-функції Ейлера).

2. Г-функція Ейлера та її властивості (визначення для додатних значень аргументу, нескінченна диференційовність, формула зниження, розширення області визначення, обчислення значень функції для додатних значень аргументів, графік Г-функції).

3. Зв'язок між В- та Г- функціями Ейлера. Формула Ейлера-Гаусса та зображення Г-функції за допомогою нескінченного добутку. Зображення синуса за допомогою нескінченного добутку (без доведення). Формула доповнення для Г-функції. Формула Лежандра, наслідок. Знаходження інтегралів Ейлера-Пуассона та Діріхле.

Розділ 15. Тригонометричні ряди Фур'є.

Тема 26. Тригонометричні ряди Фур'є.

1. Означення коефіцієнтів (формули Ейлера-Фур'є) і тригонометричного ряду Фур'є для функції, яка визначена на відрізці [-π,π]. Випадки для парних та непарних функцій. Лема Рімана. Ядро Діріхле. Інтегральні зображення для часткових сум тригонометричних рядів Фур'є. Інтеграл Діріхле та його властивості.

2. Теорема про збіжність тригонометричного ряду Фур'є. Приклад знаходження ряду Фур'є для функції, яка задана на відрізці [-π,π].

3. Теорема Фейєра. Приклад знаходження ряду Фур'є для функції, яка задана на відрізці [-l,l], $l \neq \pi$.

4. Скалярний добуток функцій, ортогональні функції. Відстань між функціями, нерівність Коші-Буняковського. Ряди Фур'є відносно ортогональних та ортонормованих систем функцій.

5. Властивості часткових сум ряду Фур'є. Нерівність Бесселя, нескінченна малість послідовності коефіцієнтів Фур'є.

6. Повнота системи функцій. Рівність Парсеваля. Теорема про по членне інтегрування ряду Фур'є.

Розділ 16. Диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь. Перетворення Лапласа.

Тема 27. Диференціальні рівняння.

1. Диференціальні рівняння (ДР) n-го порядку. Задача Коші ДР. Геометрична інтерпретація ДР 1-го порядку. Нормальна система (НС) ДР. Зведення ДР к НС. Задача Коші НС.

2. Рівняння з відокремленими змінними та до них зводячиєся.

3. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Методи інтегруючого множника та варіації довільної сталої. Рівняння у повних диференціалах.

4. Лінійні диференціальні рівняння вищого порядку. Принцип суперпозиції. Детермінант Вронського. Теорема про розв'язки лінійних ДР.

5. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Рівняння Ейлера. Теорема про розв'язки лінійних ДР. Метод варіації довільних сталих.

6. Лінійні системи диференціальних рівнянь.

7. Лінійні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

Тема 28. Перетворення Лапласа.

1. Зображення Лапласа для кусково-неперервної функції. Оригинал, показник росту функції. Знаходження зображення Лапласа для косинуса та зв'язок з зображенням Лапласа для синуса. Функція Хевісайда. Теорема про єдність, наслідок.

2. Властивості зображень Лапласа (подібність, лінійність, зміщення, диференійовність зображення та оригинала, інтегрування зображення та запізнення оригинала). Операція згортки функцій та її властивості. Формула Дюамеля.

3. Застосування операційного зчислення в диференціальних равняннях.

В частині «Теорії ймовірності»

Розділ 3. Основні поняття математичної статистики. Вибірковий метод, методи статистичного оцінювання параметрів.

Тема 10. Визначення емпіричного розподілу. Теорема Глівенко-Кантеллі. Вибіркові характеристики. Побудова гістограм. Моделювання дискретної випадкової величини. Рівномірний датчик. Моделювання безперервних випадкових величин.

Тема 11. Метод підстановки і метод моментів одержання оцінок. Функція вірогідності. Метод максимальної вірогідності одержання точкових оцінок.

Тема 12. Порівняння оцінок. Несміщеність і ефективність оцінок. Достатні статистики.

Тема 13. Визначення точного довірчого інтервалу за допомогою заданої статистики. Інтервальні оцінки параметрів нормального розподілу.

Розділ 4. Перевірка статистичних гіпотез, елементи кореляційного та регресійного аналізу.

Тема 14. Прості і складні гіпотези. Статистичні критерії для перевіркі гіпотез.

Тема 15. Критерії згоди Пірсона та Колмогорова.

Тема 16. Лінійна регресія. Оцінки параметрів регресії по методу найменших квадратів.

Тема 17. Довірчі інтервали параметрів регресії. Перевірка гіпотез про параметри регресії.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
І семестр						
Розділ 1. Елементи лінійної алгебри.						
Тема 1. Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.	28	10	4			14
Тема 2. Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.	30	10	4			16
Разом за розділом 1	**58**	**20**	**8**			**30**
Розділ 2. Елементи аналітичної геометрії.						
Тема 3. Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в простору.	24	6	4			14
Тема 4. Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в простору.	24	6	2			16
Разом за розділом 2	**48**	**12**	**6**		**0**	**30**
Розділ 3. Деякі елементи теорії числових множин та логіки. Комплексні числа. Границя, неперервність функцій.						
Тема 5. Деякі елементи теорії числових множин та логіки.	10	2	2			6
Тема 6. Комплексні числа.	10	2	2		2	4
Тема 7. Границя функції.	22	10	6		4	2
Тема 8. Неперервність функції.	12	4	2		4	2
Разом за розділом 3	**54**	**18**	**12**		**10**	**14**

Розділ 4. Диференційовність функції. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора. Дослідження функцій, графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.						
Тема 9. Диференційовність функції, її диференціал і похідна.	18	6	2		5	5
Тема 10. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.	16	4	2		5	5
Тема 11. Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.	16	4	2		5	5
Разом за розділом 4	**50**	**14**	**6**		**15**	**15**
Усього годин за 1 семестр	**210**	**64**	**32**		**25**	**89**
II семестр						
Розділ 5. Невизначений інтеграл.						
Тема 12. Невизначений інтеграл.	36	8	8		5	15
Разом за розділом 5	**36**	**8**	**8**		**5**	**15**
Розділ 6. Визначений інтеграл та його застосування.						
Тема 13. Визначений інтеграл та його застосування.	36	8	8		5	15
Разом за розділом 6	**36**	**8**	**8**		**5**	**15**
Розділ 7. Невласні інтеграли та числові ряди.						
Тема 14. Невласний інтеграл.	18	4	4		5	5
Тема 15. Числові ряди.	18	4	4		5	5
Разом за розділом 7	**36**	**8**	**8**		**10**	**10**
Розділ 8. Функціональні послідовності, функціональні ряди. Степеневі ряди.						
Тема 16. Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.	42	8	8		5	21
Разом за розділом 8	**42**	**8**	**8**		**5**	**21**
Усього годин за 2 семестр	**150**	**32**	**32**		**25**	**61**
III семестр						
Розділ 9. Метричні простори. Диференціальне числення функцій кількох змінних.						
Тема 17. Метричний простір $\mathbb{R}^n$. Диференціальне числення функцій кількох змінних.	23	8	8		5	2
Разом за розділом 9	**23**	**8**	**8**		**5**	**2**
Розділ 10. Екстремуми функцій кількох змінних.						
Тема 18. Екстремуми функцій кількох змінних.	15	4	4		5	2
Разом за розділом 10	**15**	**4**	**4**		**5**	**2**
Розділ 11. Кратні інтеграли Рімана.						
Тема 19. Подвійні інтеграли.	15	4	4		5	2
Тема 20. Потрійні інтеграли.	15	4	4		5	2
Разом за розділом 11	**30**	**8**	**8**		**10**	**4**
Розділ 12. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля.						
Тема 21. Криволінійні інтеграли.	16	4	4		5	3
Тема 22. Поверхневі інтеграли.	11	4	4			3
Тема 23. Елементи теорії поля.	10	4	4			2
Разом за розділом 12	**37**	**12**	**12**		**5**	**8**
Усього годин за 3 семестр в частині Вища математика	***105***	***32***	***32***		***25***	***16***

Теорія ймовірностей.						
Розділ 1. Основні поняття теорії ймовірностей.						
Тема 1. Історичний огляд. Дискретний ймовірнісний простір, ймовірність випадкової події. Класичне визначення ймовірності. Алгебра подій.	5	2	2			1
Тема 2. Теорема додавання, умовна ймовірність та теорема множення. Формула повної ймовірності та формула Байєса.	5	2	2			1
Тема 3. Послідовність незалежних випробувань (схема Бернуллі), геометричне визначення ймовірності, аксіоматика А.М. Колмогорова.	5	2	2			1
Разом за розділом 1	**15**	**6**	**6**			**3**
Розділ 2. Випадкові величини, стандартні розподіли, послідовності випадкових величин.						
Тема 4. Випадкові величини як функції на просторі елементарних подій. Дискретні випадкові величини. Найважливіші дискретні розподіли.	6	2	2			2
Тема 5. Функції розподілу випадкової величини та її властивості. Щільність розподілу. Найважливіші неперервні розподіли.	6	2	2			2
Тема 6. Багатовимірні випадкові величини. Функції от випадкових величин. Сумісний розподіл випадкових величин. Незалежні випадкові величини.	6	2	2			2
Тема 7. Математичне сподівання випадкової величини. Дисперсія. Моменти. Нерівність Чебишова. Кореляція.	6	2	2			2
Тема 8. Закон великих чисел та його роль у природознавстві. Теорема Бернуллі. Теорема Чебишова. **Тема 9.** Центральна гранична теорема. Теорема Ляпунова. Теореми Муавра-Лапласа.	6	2	2			2
Разом за розділом 2	**30**	**10**	**10**			**10**
Усього годин за 3 семестр в частині Теорія ймовірностей	***45***	***16***	***16***			***13***
Усього годин за 3 семестр	**150**	**48**	**48**	**0**	**25**	**29**
IV семестр						
Розділ 13. Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Формула Коші. Ряди Лорана.						
Тема 24. Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.	32	10	14		5	3
Разом за розділом 13	**32**	**10**	**14**		**5**	**3**
Розділ 14. В-функція та Г-функція Ейлера.						
Тема 25. В-функція та Г-функція Ейлера.	11	2	2		5	2
Разом за розділом 14	**11**	**2**	**2**		**5**	**2**

Розділ 15. Тригонометричні ряди Фур'є.						
Тема 26. Тригонометричні ряди Фур'є.	22	6	6		5	5
Разом за розділом 15	**22**	**6**	**6**		**5**	**5**
Розділ 16. Диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь. Перетворення Лапласа.						
Тема 27. Диференціальні рівняння.	28	10	10		5	3
Тема 28. Перетворення Лапласа.	12	4			5	3
Разом за розділом 16	**40**	**14**	**10**		**10**	**6**
Усього годин за 4 семестр в частині Вища математика	***105***	***32***	***32***		***25***	***16***
Теорія ймовірностей.						
Розділ 3. Основні поняття математичної статистики.						
Тема 10. Визначення емпіричного розподілу. Теорема Глівенко-Кантеллі. Вибіркові характеристики. Побудова гістограм. Моделювання дискретної випадкової величини. Рівномірний датчик. Моделювання безперервних випадкових величин.	6	2	2			2
Тема 11. Метод підстановки і метод моментів одержання оцінок. Функція вірогідності. Метод максимальної вірогідності одержання точкових оцінок.	6	2	2			2
Тема 12. Порівняння оцінок. Несміщеність і ефективність оцінок. Достатні статистики.	6	2	2			2
Тема 13. Визначення точного довірчого інтервалу за допомогою заданої статистики. Інтервальні оцінки параметрів нормального розподілу.	5	2	2			1
Разом за розділом 3	**23**	**8**	**8**			**7**
Розділ 4. Перевірка статистичних гіпотез, елементи кореляційного та регресійного аналізу.						
Тема 14. Прості і складні гіпотези. Статистичні критерії для перевіркі гіпотез.	6	2	2			2
Тема 15. Критерії згоди Пірсона та Колмогорова.	5	2	2			1
Тема 16. Лінійна регресія. Оцінки параметрів регресії по методу найменших квадратів.	6	2	2			2
Тема 17. Довірчі інтервали параметрів регресії. Перевірка гіпотез про параметри регресії.	5	2	2			1
Разом за розділом 4	**22**	**8**	**8**			**6**
Усього годин за 4 семестр в частині Теорія ймовірностей	***45***	***16***	***16***			***13***
Усього годин за 4 семестр	**150**	**48**	**48**		**25**	**29**
Разом	**660**	**192**	**160**		**100**	**208**

4. Теми практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	I семестр	
1	**Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.** Матриці. Дії з матрицями. Подібні, симетричні, несиметричні, ортогональні та обернені матриці. Обчислення визначників 2-го та 3-го порядків. Мінори, алгебраїчні доповнення, ранг матриці. Розв'язування систем лінійних рівнянь матричним методом. Правило Крамера, методи Гаусса, Жордана-Гаусса	4
2	**Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.** Операції над геометричними векторами. Додавання векторів. Добуток вектора на число. Лінійні комбінації, лінійна залежність векторів. Базис лінійного простору. Розмір лінійного простору. Колінеарні та компланарні вектори як приклади відповідно одновимірного та двовимірного лінійного простору. Розклад вектора по базі. Координати вектора. Ортонормовані бази. Проекція вектора на вісь та півплощину. Скалярний добуток векторів, властивості. Евклідів простір. Довжина (норма) вектора. Кут між векторами. Умова ортогональності двох векторів. Нерівність Коші-Буняковского. Проекції вектора. Перетворення координат. Матриця переходу. Ортогональні перетворення. Орієнтація базисів, орієнтація простору. Орієнтований об'єм трьох векторів, властивості, запис в координатах. Векторний та мішаний добуток векторів, властивості, зв'язок з колінеарністю та компланарністю. Подвійний векторний добуток. Полярна, циліндрична та сферична системи координат. Формули переходу. Власні числа та вектори матриць, методи їх знаходження.	6
3	**Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в простору.** Пряма на площині, всеможливі рівняння, взаємне розташування прямих. Поділ відрізка в заданому відношенні (векторний та координатний способи). Пряма в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до прямої, кут між прямими. Площина у просторі, всеможливі рівняння, взаємне розташування площин. Площина в прямокутній системі координат, нормальне рівняння, відстань від точки до площини, півпростори, кут між площинами. Пряма у просторі, всеможливі рівняння, взаємне розташування прямих у просторі, відстань від точки до прямої у просторі, відстань між двома мимобіжними прямими. Знаходження спільного перпендикуляра двох мимобіжних прямих.	4
4	**Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в простору.** Еліпс, гіпербола, парабола. Директоріальна властивість еліпса і гіперболи. Полярний параметр. Рівняння еліпса, гіперболи, параболи в полярній системі координат. Загальне рівняння кривої другого порядку. Квадратичні форми. Матриця квадратичної форми. Додатно визначені квадратичні форми, критерій Сильвестра. Перетворення рівняння кривої при перетворенні координат. Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного виду.	2
5	**Деякі елементи теорії числових множин та логіки.** Логічна символіка. Операції над висловлюваннями та їх властивості.	2

	Операції над множинами та їх властивості. Обмежені зверху (знизу) числові множини та їх верхні (нижні) межі.	
6	**Комплексні числа.** Алгебраїчна форма комплексних чисел. Дії над комплексними числами. Геометрична інтерпретація комплексних чисел. Тригонометрична та показникові форми комплексного числа. Формули Ейлера і Муавра. Корень n-го степеня з комплексного числа. Розв'язування квадратних рівнянь з дійсними коефіцієнтами та комплексною змінною.	2
7	**Границя функції.** Послідовність. Обмеженість та монотонність послідовності. Границя послідовності. Границя функції, обчислення границь, асимптотичне порівняння функцій. Часткова, верхня та нижня границі функції.	4
8	**Неперервність функції.** Дослідження функцій на неперервність та рівномірну неперервність	2
9	**Диференційовність функції, її диференціал і похідна.** Обчислення похідних і диференціалів першого порядку. Геометричні застосування похідних. Наближені обчислення із застосуванням диференціалів. Обчислення похідних обернених функцій.	2
10	**Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.** Обчислення похідних і диференціалів вищих порядків. Похідні функцій, що задані параметрично. Правило Лопіталя. Формула Тейлора. Дослідження функцій за допомогою похідних.	2
11	**Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.** Побудова графіків функцій та кривих, що задані явно та в параметричній формі у декартовій системі координат. Побудова графіків функцій та кривих у полярній системі координат.	2
	Разом за 1 семестр	**32**
	II семестр	
12	**Невизначений інтеграл.** Первісна та невизначений інтеграл. Інтегрування заміною змінної та інтегрування частинами. Інтегрування раціональних функцій. Методи інтегрування ірраціональностей. Інтегрування тригонометричних функцій.	8
13	**Визначений інтеграл та його застосування.** Обчислення визначених інтегралів. Геометричні застосування визначеного інтеграла та застосування інтеграла Рімана в механіці та фізиці.	8
14	**Невласний інтеграл.** Обчислення та дослідження на збіжність невласних інтегралів.	4
15	**Числові ряди.** Дослідження на збіжність числових рядів з невід'ємними членами та знакозмінних рядів.	4
16	**Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.** Дослідження на поточкову та рівномірну збіжність функціональних послідовностей та рядів.. Дослідження степеневих рядів та розвинення функцій у ряд Тейлора.	8
	Разом за 2 семестр	**32**

	III семестр	
	В частині «Вища математика»	
17	**Метричний простір $\mathbb{R}^n$. Диференціальне числення функцій кількох змінних.** Кратні та повторні границі функцій кількох змінних. Неперервність функцій кількох змінних. Частинні похідні, диференціал, похідна за напрямком, градієнт. Дотична площина та нормаль до явно заданої поверхні. Похідні та диференціали вищих порядків.. Диференціювання неявно заданих скалярних та векторних функцій. Заміна змінних у диференціальних виразах.	8
18	**Екстремуми функцій кількох змінних.** Дослідження функцій на внутрішній екстремум. Дослідження функцій на умовний екстремум.	4
19	**Подвійні інтеграли.** Обчислення подвійних інтегралів зведенням їх до повторних у декартових координатах та переходом до полярних координат. Обчислення площ та об'ємів за допомогою подвійних інтегралів. Застосування подвійних інтегралів у механіці та фізиці.	4
20	**Потрійні інтеграли.** Обчислення потрійних інтегралів зведенням їх до повторних у декартових координатах та переходом до сферичних та циліндричних координат. Обчислення об'ємів за допомогою потрійних інтегралів. Застосування потрійних інтегралів у механіці та фізиці.	4
21	**Криволінійні інтеграли.** Обчислення криволінійних інтегралів першого роду та другого роду, їх застосування у механіці та фізиці. Зв'язок між криволінійними інтегралами 1 та 2-го роду. Фізичне тлумачення криволінійних інтегралів 2-го роду. Формула Гріна., наслідки (знаходження площин множин). Незалежність криволінійного інтеграла 2-го роду від путі інтегрування . Формула Гріна.	4
22	**Поверхневі інтеграли.** Обчислення поверхневих інтегралів першого та другого роду, їх застосування у геометрії та фізиці.	4
23	**Елементи теорії поля.** Скалярні, векторні поля. Оператор Гамільтона, градієнт. Дивергенція, циркуляція, ротор, поток векторного поля. Критерій потенціальності вектор-ного поля та критерій соленоїдальності векторного поля в області в термінах елементів теорії поля. Формула Стокса. Формула Гауса-Остроградського.	4
	Разом за 3 семестр	**32**
	В частині «Теорія ймовірності»	
1	Елементи комбінаторики. Класичне визначення ймовірності.	2
2	Теорема додавання, умовна ймовірність та теорема множення.	2
3	Формула повної ймовірності та формула Байєса.	2
4	Послідовність незалежних випробувань (схема Бернуллі), геометричне визначення ймовірності.	2
5	Контрольна робота.	2
6	Дискретні випадкові величини.	2
7	Неперервні випадкові величини.	2

8	Сумісний розподіл випадкових величин. Кореляція.	2
	Разом за 3 семестр	**16**
	Усього за 3 семестр	**48**
	IV семестр	
	В частині «Вища математика»	
24	**Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.** Границя, неперервність та диференційовність функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана (Даламбера-Ейлера). Геометричне тлумачення аргумента та модуля похідної. Інтегровність функції комплексної змінної. Формула Коші. Ізольовні точки, їх класифікація. Ряди Лорана. Лишки та їх застосування до обчислення інтегралів.	14
25	**В-функція та Г-функція Ейлера.** Застосування функцій Ейлера Г(р), В(р,q) для обчислення невласних інтегралів.	2
26	**Тригонометричні ряди Фур'є.** Розвинення функцій у тригонометричний ряд Фур'є.	6
27	**Диференціальні рівняння.** Диференціальні рівняння з відокремленими змінними та до них зводячиєся. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Методи інтегруючого множника та варіації довільної сталої. Рівняння у повних диференціалах. Лінійні диференціальні рівняння вищого порядку зі сталими коефіцієнтами. Рівняння Ейлера. Метод варіації довільних сталих. Лінійні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	10
	Разом за 4 семестр	**32**
	В частині «Теорія ймовірності»	
9	Теореми Муавра-Лапласа.	2
10	Вибіркові характеристики. Побудова гістограм.	2
11	Метод максимальної вірогідності одержання точкових оцінок.	2
12	Несміщеність і ефективність оцінок.	2
13	Інтервальні оцінки параметрів нормального розподілу.	2
14	Критерії згоди Пірсона та Колмогорова.	2
15	Оцінки параметрів регресії по методу найменших квадратів.	2
16	Контрольна робота.	2
	Разом за 4 семестр	**16**
	Усього за 4 семестр	**48**
	Усього годин	**160**

4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
	I семестр	
1	Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.	14
2	Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.	16
3	Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в простору.	14
4	Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в простору.	16
5	Деякі елементи теорії числових множин та логіки.	6

6	Комплексні числа.	4
7	Границя функції.	2
8	Неперервність функції.	2
9	Диференційовність функції, її диференціал і похідна.	5
10	Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.	5
11	Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.	5
12	Підготовка до контрольної роботи, виконання індивідуального завдання	25
	Разом за І семестр	**114**
	ІІ семестр	
13	Невизначений інтеграл.	15
14	Визначений інтеграл та його застосування.	15
15	Невласний інтеграл.	5
16	Числові ряди.	5
17	Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.	21
18	Підготовка до контрольної роботи, виконання індивідуального завдання	25
	Разом за ІІ семестр	**86**
	ІІІ семестр	
19	Метричний простір $\mathbb{R}^n$. Диференціальне числення функцій кількох змінних.	2
20	Екстремуми функцій кількох змінних.	2
21	Подвійні інтеграли.	2
22	Потрійні інтеграли.	2
23	Криволінійні інтеграли.	3
24	Поверхневі інтеграли.	3
25	Елементи теорії поля.	2
26	Підготовка до контрольної роботи, виконання індивідуального завдання	25
27	Повторення основних формул комбінаторики та понять теорії множин. Підготовка до практичних занять.	2
28	Вивчення додаткових матеріалів за темою «Послідовність незалежних випробувань (схема Бернуллі)».	2
29	Розв'язання задач з використанням геометричного визначення ймовірності у трьохвимірному просторі.	2
30	Підготовка до практичних занять.	5
31	Розв'язання додаткових задач за темою «Багатовимірні випадкові величини» та вивчення багатовимірного нормального розподілу.	2
	Разом за ІІІ семестр	**54**
	IV семестр	
32	Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегровність функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.	3
33	В-функція та Г-функція Ейлера.	2
34	Тригонометричні ряди Фур'є.	5
35	Диференціальні рівняння.	3

36	Перетворення Лапласа.	3
37	Підготовка до контрольної роботи, виконання індивідуального завдання	25
38	Підготовка до практичних занять.	7
39	Моделювання вибірок та імітація випадкових величин	2
40	Вивчення додаткових матеріалів за темою «Критерії згоди Пірсона та Колмогорова».	2
41	Ознайомлення з нелінійними регресійними моделями.	2
	Разом за IV семестр	**54**
	Усього годин	**308**

5. Індивідуальні завдання

I семестр

1. Елементи лінійної алгебри (розділ 1, із захистом).
2. Аналітична геометрія (розділ 2, із захистом).

II семестр

3. Невизначений інтеграл (розділ 5, із захистом).
4. Числові ряди (розділ 7, із захистом).

III семестр

5. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля (розділ 11, із захистом).

IV семестр

6. Функції комплексної змінної. Диференційовність та інтегрованість функцій комплексної змінної. Формула Коші. Ряди Лорана (розділ 13, із захистом).

7. Методи контролю

Протягом вивчення курсу вищої математики використовуються наступні види контролю:

1. вхідний (контрольна робота на початку I семестру);
2. поточний семестровий (контрольні роботи, індивідуальні навчальні завдання протягом кожного семестру, ректорська контрольна робота);
3. підсумковий семестровий (екзамен у кожному семестрі).

8. Схема нарахування балів

I семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання									Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3	Розділ 4	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5 … Т8	Т9 … Т11					
						40	20	60	40	100

II семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Екзамен	Сума
Розділ 5	Розділ 6	Розділ 7		Розділ 8	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
Т12	Т13	Т14	Т15	Т16					
					40	20	60	40	100

III семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Екзамен	Сума
Розділ 9	Розділ 10	Розділ 11		Розділ 12	Контрольні роботи, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
T17	T3	T19	T20	T 21 … T23					
					40	20	60	40	100

IV семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Екзамен	Сума
Розділ 13	Розділ 14	Розділ 15	Розділ 16		Контрольні роботи, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом		
T24	T25	T26	T27	T28					
					40	20	60	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Пояснення
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанів повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками,робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
50 –69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

9. Рекомендована література

Основна література

1. Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. ***Краткий курс высшей математики***, М. Наука, 1978.
2. Письменный Д.Т. ***Конспект лекций по высшей математике.*** М.: Айрис-пресс, 2006.
3. Ильин В.А., Позняк Э.Г. ***Аналитическая геометрия.*** - М.: Наука. 1988.
4. Александров П. С. ***Лекции по аналитической геометрии.*** - М.: Наука. 1968.
5. Погорелов А. В. ***Аналитическая геометрия.***- М.: Наука, 1968.
6. Бугров Я.С., Никольский С.М. ***Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии.*** – М.: Наука, 1988.
7. Карташев А.П., Рождественский Б.Л. ***Математический анализ.*** - М.: Наука, 1984.
8. Кудрявцев Л.Д. ***Краткий курс математического анализа.*** - М.: Наука, 1989.
9. Петровский И.Г. ***Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений.*** М., Изд-во Моск. Ун-та, 1984.
10. Степанов В.В. ***Курс дифференциальных уравнений.*** - М.: Гостехиздат, 1953.
11. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. ***Теория функций комплексной переменной.*** - М.: Наука, 1979.
12. Болгов В.А., Демидович Б.П., А.В. Ефимов, Каракулин А.Ф., Коган С.М., Поршнева Е.Ф., Поспелов А.С., Шостак Р.Я. ***Сборник задач по математике для втузов.*** - М.: Наука, 1986 (под ред. А.В. Ефимова и Б.П. Демидовича).
13. Банах Т. , Бокало Б. , Іщук Ю. , Трущак Х. ***Збірник задач з аналітичної геометрії.*** - Львів: ЛНУ, 2003.
14. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. ***Сборник задач по математическому анализу.*** - М.: Наука, 1984. - I т. (***Предел, непрерывность, дифференцируемость***).
15. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. ***Сборник задач по математическому анализу.*** - М.: Наука, 1986. - II т. (***Интегралы, ряды***).
16. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. ***Сборник задач по математическому анализу.*** - М.: Наука, 1994. - III т. (***Функции нескольких переменных***).
17. Демидович Б.П. ***Сборник задач и упражнений по математическому анализу.*** - М.: Наука, 1977.
18. Филиппов А.Ф. ***Сборник задач по дифференциальным уравнениям.*** - М.: Наука, 1973(1979).

Допоміжна література

1. Постников М. М. ***Аналитическая геометрия.***- М.: Наука, 1973.
2. Постников М. М. ***Лекции по геометрии.*** Семестр 1. Аналитическая геометрия. - М.: Наука, 1979.

3. Федорчук В. В. *Лекции по аналитической геометрии и линейной алгебре.* М.: МГУ. 1990
4. Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Бл.Х. *Математический анализ.* – М.: Наука, 1979.
5. Бугров Я.С., Никольский С.М. *Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного.* – М.: Наука, 1989.
6. Архипов Г.И., Садовничий В.А., Чубариков В.Н. *Лекции по математическому анализу.* – М.: Высш. шк., 1999.
7. Очан Ю.С. *Сборник задач по математическому анализу. Общая теория множеств и функций.* – М.: Просвещение, 1981.
8. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. *Лекции по теории функций комплексного переменного.* - М.: Наука, 1982.

Методичне забезпечення

1. Ніколенко І.Г. *Деякі вступні поняття математичної логіки та теорії множин.*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2008, 40 с. (учебно-методическое пособие по математическому анализу).
2. Николенко И.Г., Рыжий В.С. *Комплексные числа.*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2007 (методические указания по математическому анализу).
3. Бойко С.С. *Начальные сведения о понятии функции (отображения).*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2004 (методические указания и зачётные задания по математическому анализу).
4. Сердюк Г.П., Рыжий В.С., Николенко И.Г. *Построение графиков функций.* - Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2007, 24 с. (методические указания по математическому анализу).
5. Сердюк Г.П., Рыжий В.С., Николенко И.Г. *Построение плоских кривых.* - Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2008, 88 с. (учебно-методическое пособие по математическому анализу).
6. Гордевский В.Д. *Методы вычисления неопределённых интегралов.*- Харьков: ХГУ, 1990 (методические указания по математическому анализу).
7. Тарапова Е.И. *Предел функции. Непрерывность функции.*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2006 (методические указания и зачётные задания по математическому анализу).
8. Бойко С.С. *Несобственные интегралы (исследование на сходимость).*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2002 (методические указания и зачётные задания по математическому анализу).
9. Марченко И.И. *Кратные интегралы.*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2003 (методические указания и зачётные задания по математическому анализу).
10. Гордевский В.Д. *Криволинейные интегралы и их приложения.*- Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2006 (методические указания и зачётные задания по математическому анализу).

11. Гордевский В.Д. *Поверхневі інтеграли. Формули Стокса та Гауса-Остроградського.*- Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2006 (методичні вказівки та індивідуальні залікові завдання з математичного аналізу).

12. Антыпко И.И., Макаров А.А. *Методы интегрирования и понижения порядка дифференциальных уравнений.*- Харьков: ХГУ , 1990 (методические указания по математическому анализу).

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Макаров О.А., Ніколенко І.Г. Конспект лекцій з віщої математики (1 курс, 1 семестр)

http://www-csd.univer.kharkov.ua/about-us/sub-faculty/kafedra-shtuchnogo-intelektu-ta-progra/navchalna-robota/