

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра штучного інтелекту та програмного забезпечення

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

«_____» _____ 2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вища математика

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	комп'ютерних наук

2020 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«31» серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

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

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

Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення


Володимир КУКЛІН

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

Гарант освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»


Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Вища математика» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім спеціалістам знань у галузі вищої математики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є: навчання студентів використовувати сучасний математичний апарат неперервного аналізу теоретичним основам і методам лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, комплексного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії стійкості та застосуванню цих методів для розв'язання різноманітних задач теоретичного та практичного характеру в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та практичного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності.

- Базові знання фундаментальних розділів математики, в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань, здатність використовувати математичні методи у сфері захисту інформації КЗН.02
- Базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загальнопрофесійних дисциплін КЗН.04

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

- Здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі математики (математичної статистики), для статистичної обробки експериментальних даних і математичного моделювання у сфері комп'ютерного моделювання КСП.01
- Знання й застосування на практиці теорії ймовірності і математичної статистики КЗП.15

1.3. Кількість кредитів – 17

1.4. Загальна кількість годин - 570.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
69 год.	год.
У тому числі індивідуальні завдання	
24 год.	год.
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
69 год.	год.
У тому числі індивідуальні завдання	
24 год.	год.
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
64 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
84 год.	год.
У тому числі індивідуальні завдання	
24 год.	год.

1.6. Перелік компетентності

У результаті вивчення даного курсу студент повинен знати теоретичні і прикладні положення неперервного аналізу, інтегральне числення, лінійну алгебру, аналітичну геометрію, диференціальні рівняння та теорію комплексних функцій:

- 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 невластних 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;
- класичні формули Гріна, Гаусса-Остроградського, Стокса;

- основи теорії векторних полів;
- елементи теорії рядів Фур'є за ортонормованими системами у гільбертовому 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;
- обгрупувати евристичні формули для функцій натуральної змінної за методом математичної індукції;
- доведення основних теорем.

Вміти:

Ефективно використовувати сучасний математичний апарат в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та практичного характеру в процесі аналізу, синтезу та проектування інформаційних систем за галузями:

- 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 інтегрованість 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 невластні 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 Γ -функцій та B -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.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

- знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації. ПР01.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

І семестр

Розділ 1. Елементи лінійної алгебри.

Тема 1. 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. Корінь n -го ступеня з комплексного числа.
5. Розв'язування квадратних рівнянь з дійсними коефіцієнтами та комплексною змінною.

Тема 2. 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 Гауса, Жордана-Гауса.

Тема 3. Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.

1. Поняття вектора. Операції над геометричними векторами. Додавання векторів. Властивості додавання. Добуток вектора на число. Властивості добутку.
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 Коші-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 4. Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в просторі.

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 5. 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. Границя, неперервність функцій.

Тема 6. 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 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. Єдиність 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. Лема про нескінченно малі послідовності. Теорема про арифметичні властивості границь послідовностей (про границі суми, різниці, добутку та частки).
6. Ознака Вейерштрасса збіжності монотонних послідовностей та її наслідок. Число e (означення та оцінки).
7. Теорема Больцано-Вейерштрасса. 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 Вейерштрасса.

14. Друга чудова границя та її наслідки.

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

16. Порівняння асимптотичної поведінки функцій при $x \rightarrow a$ (O -символіка). Зв'язок між символами $f(x) = o(g(x)) (x \rightarrow a)$ і $f(x) = O(g(x)) (x \rightarrow a)$. 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 Вейерштрасса про обмеженість функції, неперервної на відрізьку.

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

Тема 9. Диференційованість функції, її диференціал і похідна.

1. Означення диференційованої 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 диференційованості 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 диференційованої функції.

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

5. Означення диференціала функції в точці. Зв'язок між диференційованістю 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 диференційованої 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 диференційованої функції, яка не є неперервно диференційованою. 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 Лопітала розкриття невизначеностей типу $\frac{0}{0}$ і $\frac{\infty}{\infty}$.

3. Формула Тейлора для поліномів. Означення полінома Тейлора для функції, що n разів диференційована в точці. Локальна формула Тейлора із залишковим членом у формі Пеано. 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.

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

5. 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 диференційованих 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 графіка. 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 функцій на проміжку. Приклад функції на проміжку, в якій 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.

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. Інтегрованість добутку та модуля інтегрованих за Ріманом функцій. Оцінка модуля інтеграла. Позитивність та монотонність інтеграла Рімана, теорема про середнє (значення) для інтеграла Рімана.

6. Неперервність та диференційованість 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 площі багатокутних 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 здобує обертянням графіка функції навколо вісі Ox .

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

Розділ 7. Невласні інтеграли та числові ряди.

Тема 14. Невласні інтеграли.

1. Означення невластного 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 невластного інтеграла від невід'ємної функції. Ознака порівняння збіжності невластних інтегралів і її наслідки. Приклад.

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

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

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

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

6. В-функція та Г-функція Ейлера.

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 Гауса 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 інтегрованість суми функціонального ряду (теорема про почленне інтегрування функціонального ряду). Теорема про диференційованість суми функціонального ряду (теорема про почленне диференціювання функціональних рядів).

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

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 диференційованої числової функції дійсного аргументу, яка не є аналітичною.

7. Степеневі ряди з комплексними членами.

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 (\mathbb{R}^n, ρ) . Відкриті (замкнені) множини у метричному просторі (\mathbb{R}^n, ρ) , приклади. Властивості відкритих (замкнених) множин в (\mathbb{R}^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 \mathbb{R}^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-Вейерштрасса. 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. Теорема 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 диференційованості в точці функції кількох змінних, диференціала та похідної функції в точці. Необхідна умова диференційованості функції (зв'язок між неперервністю та диференційованістю функції в точці). Означення частинних похідних функцій в точці та теорема про зв'язок диференційованості функції в точці з диференційованістю 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 диференційованості функції в точці. Означення неперервної диференційованості відображення та її зв'язок з неперервністю частинних похідних координатних функцій. Геометричне тлумачення диференційованості функції двох змінних (в тому числі рівняння дотичних та нормальних площин до графіку функції, тлумачення диференціалу).

7. Правила диференціювання функцій кількох змінних (теорема про диференційованість 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 диференційованості 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 диференційованість 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 диференційованість 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 диференційованої функції, наслідок.
2. Достатні умови наявності (відсутності) локального внутрішнього екстремуму в стаціонарній точці двічі диференційованої 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 бруса. Розбиття прямокутника, діаметр розбиття прямокутника, інтегральні суми, подвійні інтеграли по прямокутнику. Означення інтегрованої за Ріманом функції на прямокутнику. Необхідна умова інтегрованості за Ріманом. Верхні та нижні суми Дарбу та їх властивості. Критерій Рімана інтегрованості за Ріманом обмеженої функції, визначеної на прямокутнику.
2. Подвійний інтеграл по довільній обмеженій множині. Достатні умови інтегрованості 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, інтегрованість добутку та модуля інтегрованих функцій, оцінка модуля інтеграла, позитивність та монотонність подвійного інтеграла, теорема про середнє (значення) для подвійного інтеграла).
4. Лема про обчислення подвійних інтегралів від інтегрованої на прямокутнику функції за допомогою повторних. Теорема про обчислення подвійних інтегралів від інтегрованої на

криволінійній трапеції функції за допомогою повторних. Приклад обчислення подвійного інтеграла за допомогою цієї теореми.

5. Площа поверхні. Знаходження площі поверхонь, які задані різними способами (явно та за допомогою параметрів).
6. 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 інтегрованої за Ріманом функції на паралелепіпеду. Необхідна умова інтегрованості за Ріманом. Верхні та нижні суми Дарбу та їх властивості. Критерій Рімана інтегрованості за Ріманом обмеженої функції, визначеної на паралелепіпеду. Потрійний інтеграл по довільному тілу.
2. Достатні умови інтегрованості 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. Множкові інтеграли. Теорема Фубіні.

III семестр

Розділ 12. Криволінійні та поверхневі інтеграли. 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, одностов'язної області; додатного напрямлення 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.

Розділ 13. Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Формула Коші. Ряди Лорана.

Тема 24. Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.

1. Функції комплексної змінної. Границя, неперервність та диференційованість функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана (Даламбера-Ейлера).
2. Геометричне тлумачення аргументу та модуля похідної. Конформні відображення.
3. Елементарні функції комплексної змінної.
4. Інтегрованість функції комплексної змінної. Формула Коші.
5. Ізольовані точки, їх класифікація. Ряди Лорана.
6. Лишки та їх застосування до обчислення інтегралів.

Розділ 14. Диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь. Перетворення Лапласа.

Тема 25. 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 рівняння, які до них зводяться.
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 26. 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 єдиність, наслідок.

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

3. Застосування операційного зчислення в диференціальних рівняннях.

Тема 27. Теорія стійкості.

1. Основні поняття теорії стійкості. Геометричний зміст стійкого розв'язку.

2. Стійкість лінійних систем диференціальних рівнянь.

3. Теорема Ляпунова про дослідження на стійкість за першим наближенням.

4. Функція Ляпунова.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л*		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
I семестр						
Розділ 1. Елементи лінійної алгебри.						
Тема 1. Комплексні числа.	8	2	2			4
Тема 2. Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.	29	8	4		12	5
Тема 3. Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.	22	12	4			6
Разом за розділом 1	59	22	10		12	15
Розділ 2. Елементи аналітичної геометрії.						
Тема 4. Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в просторі.	26	6	4		12	4
Тема 5. Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в просторі.	12	6	2			4
Разом за розділом 2	38	12	6		12	8
Розділ 3. Деякі елементи теорії числових множин та логіки. Комплексні числа. Границя, неперервність функцій.						
Тема 6. Деякі елементи теорії числових множин та логіки.	6	2	2			2
Тема 7. Границя функції.	20	10	6			4
Тема 8. Неперервність функції.	10	4	2			4
Разом за розділом 3	36	16	10			10
Розділ 4. Диференційованість функції. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора. Дослідження функцій, графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.						
Тема 9. Диференційованість функції, її диференціал і похідна.	12	6	2			4
Тема 10. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.	10	4	2			4
Тема 11. Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.	10	4	2			4
Разом за розділом 4	32	14	6			12
Усього годин за I семестр	165	64	32		24	45

II семестр						
Розділ 5. Невизначений інтеграл.						
Тема 12. Невизначений інтеграл.	31	8	4		12	7
Разом за розділом 5	31	8	4		12	7
Розділ 6. Визначений інтеграл та його застосування.						
Тема 13. Визначений інтеграл та його застосування.	22	12	6			4
Разом за розділом 6	22	12	6			4
Розділ 7. Невласні інтеграли та числові ряди.						
Тема 14. Невласний інтеграл.	10	4	2			4
1	2	3	4	5	6	7
Тема 15. Числові ряди.	28	8	4		12	4
Разом за розділом 7	38	12	6		12	8
Розділ 8. Функціональні послідовності, функціональні ряди. Степеневі ряди.						
Тема 16. Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.	16	6	4			6
Разом за розділом 8	16	6	4			6
Розділ 9. Метричні простори. Диференціальне числення функцій кількох змінних.						
Тема 17. Метричний простір \mathbb{R}^n . Диференціальне числення функцій кількох змінних.	26	14	4			8
Разом за розділом 9	26	14	4			8
Розділ 10. Екстремуми функцій кількох змінних.						
Тема 18. Екстремуми функцій кількох змінних.	12	4	4			4
Разом за розділом 10	12	4	4			4
Розділ 11. Кратні інтеграли Рімана.						
Тема 19. Подвійні інтеграли.	10	4	2			4
Тема 20. Потрійні інтеграли.	10	4	2			4
Разом за розділом 11	20	8	4			8
Усього годин за II семестр	165	64	32		24	45
III семестр						
Розділ 12. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля.						
Тема 21. Криволінійні інтеграли.	12	2	4			6
Тема 22. Поверхневі інтеграли.	20	4	8			8
Тема 23. Елементи теорії поля.	24	2	4		12	6
Разом за розділом 12	56	8	16		12	20
Розділ 13. Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Формула Коші. Ряди Лорана.						
Тема 24. Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.	50	10	20			20
Разом за розділом 13	50	10	20			20
Розділ 14. Диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь. Перетворення Лапласа.						
Тема 25. Диференціальні рівняння.	42	8	16		12	6
Тема 26. Перетворення Лапласа.	12	2	4			6
Тема 27. Теорія стійкості.	20	4	8			8
Разом за розділом 14	74	14	28		12	20
Усього годин за семестр	180	32	64		24	60

*** за умовою карантину лекційні заняття проводяться дистанційно.**

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
I семестр		
1	Комплексні числа. Алгебраїчна форма комплексних чисел. Дії над комплексними числами. Геометрична інтерпретація комплексних чисел. Тригонометрична та показникові форми комплексного числа. Формули Ейлера і Муавра. Корінь n -го ступеня з комплексного числа. Розв'язування квадратних рівнянь з дійсними коефіцієнтами та комплексною змінною.	2
2	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 Гауса, Жордана-Гауса.	4
3	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. Евклідов простір. Довжина (норма) вектора. Кут між векторами. Умова ортогональності двох векторів. Нерівність Коши-Буняковського. 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.	4
4	Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в просторі. 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
5	Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в просторі. 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

6	Деякі елементи теорії числових множин та логіки. Логічна символіка. Операції над висловлюваннями та їх властивості. Операції над множинами та їх властивості. Обмежені зверху (знизу) числові множини та їх верхні (нижні) межі.	2
7	Границя функції. Послідовність. Обмеженість та монотонність послідовності. Границя послідовності. Границя функції, обчислення границь, асимптотичне порівняння функцій. Часткова, верхня та нижня границі функції.	6
8	Неперервність функції. Дослідження функцій на неперервність та рівномірну неперервність	2
9	Диференційованість 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 Лопітала. 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 I 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.	4
13	Визначений інтеграл та його застосування. Обчислення визначених інтегралів. Геометричні застосування визначеного інтеграла та застосування інтеграла Рімана в механіці та фізиці.	6
14	Невласний інтеграл. Обчислення та дослідження на збіжність невластних інтегралів.	2
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.	4
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.	4
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.	2
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.	2
	Разом за II семестр	32
	III семестр	
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.	8
23	Елементи теорії поля. 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. Формула Стокса. Формула Гауса-Остроградського.	4
24	Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Ряди Лорана. Границя, неперервність та диференційованість функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана (Даламбера-Ейлера). Геометричне тлумачення аргументу та модуля похідної. Інтегрованість функції комплексної змінної. Формула Коші. Ізольовані точки, їх класифікація. Ряди Лорана. Лишки та їх застосування до обчислення інтегралів.	20
25	Диференціальні рівняння. Диференціальні рівняння з відокремленими змінними та рівняння, які до них зводяться. 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.	16
26	Перетворення Лапласа.	4
27	Теорія стійкості.	8
	Разом за III семестр	64
	Усього годин	128

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
I семестр		
1	Комплексні числа.	4
2	Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь.	5
3	Елементи векторної алгебри та теорії лінійних просторів.	6
4	Алгебраїчні лінії першого порядку на площині і в просторі.	4
5	Алгебраїчні лінії другого порядку на площині і в просторі.	4
6	Деякі елементи теорії числових множин та логіки.	2
7	Границя функції.	4
8	Неперервність функції.	4
9	Диференційованість функції, її диференціал і похідна.	4
10	Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора.	4
11	Графіки функцій та криві, задані у декартовій або полярній системах координат.	4
ІДЗ	Індивідуальне завдання	24
	Разом за I семестр	69
II семестр		
12	Невизначений інтеграл.	7
13	Визначений інтеграл та його застосування.	4
14	Невласний інтеграл.	4
15	Числові ряди.	4
16	Функціональні послідовності та ряди. Степеневі ряди.	6
17	Метричний простір \mathbb{R}^n . Диференціальне числення функцій кількох змінних.	8
18	Екстремуми функцій кількох змінних.	4
19	Подвійні інтеграли.	4
20	Потрійні інтеграли.	4
ІДЗ	Індивідуальне завдання	24
	Разом за II семестр	69
III семестр		
21	Криволінійні інтеграли.	6
22	Поверхневі інтеграли.	8
23	Елементи теорії поля.	6
24	Функції комплексної змінної. Диференційованість та інтегрованість функцій комплексної змінної. Ряди Лорана.	20
25	Диференціальні рівняння.	6
26	Перетворення Лапласа.	6
27	Теорія стійкості.	8
ІДЗ	Індивідуальне завдання	24
	Разом за III семестр	60
	Усього годин	150

6. Індивідуальні завдання

I семестр

1. Елементи лінійної алгебри (розділ 1) – 12 год. (10 балів)
2. Аналітична геометрія (розділ 2) – 12 год. (20 балів)

II семестр

3. Невизначений інтеграл (розділ 5) – 12 год. (15 балів)
4. Числові ряди (розділ 7) – 12 год. (15 балів)

III семестр

5. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля (розділ 12) – 12 год. (15 балів)
6. Диференціальні рівняння (розділ 14) – 12 год. (15 балів)

7. Методи навчання

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– *практичні* (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– *пояснювальне-ілюстративний* (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– *репродуктивний* (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Протягом вивчення курсу вищої математики використовуються наступні види контролю:

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

Студент допускається до семестрового підсумкового контролю (екзамену) лише у разі позитивного оцінювання (не нижче E) усіх складових частин усіх модулів поточного семестру (за винятком ректорської контрольної роботи).

Сумарна оцінка за вивчення дисципліни у поточному семестрі розраховується як сума модульних оцінок та балів отриманих за результатами підсумкового семестрового контролю (екзамену).

9. 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		
T1 ... T3	T4 T5	T6 ... T8	T9 ... T11					
				20	40	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

II семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Екзамен	Сума			
T12	T13	T14 T15	T16	T17	T18	T19 T20			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальні завдання	Разом
							20	40			

T12, T13 ... – теми розділів.

III семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума		
Розділ 12	Розділ 13	Розділ 14	Контрольна робота, передбачена навчальним планом			Індивідуальні завдання	Разом
T21...T23	T24	T25...T27					
			20	40	60	40	100

T21, T22 ... – теми розділів.

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в 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

I семестр

Шкала оцінювання в балах засвоєння складових частин навчального матеріалу при поточному та підсумковому семестровому контролі знань у I семестрі

1. **Індивідуальне навчальне завдання “Елементи лінійної алгебри ”** (строк отримання завдання студентами роботи – **5-й тиждень**, строк виконання – 1 тиждень, **10 балів**, якщо все правильно та виконано в строк):
 - 10 балів, якщо все правильно і виконано в строк,
 - 8 балів, якщо все правильно, але із запізненням на тиждень,
 - 6 балів, якщо все правильно, але із запізненням на 2 тижні,
 - 4 балів, якщо все правильно, але із запізненням на 3 тижні,
 - 2 бала, якщо все правильно, але із запізненням на 4 тижні і більше.

2. **Індивідуальне навчальне завдання “Елементи аналітичної геометрії ”** (строк отримання студентами роботи – **12-й тиждень**, строк виконання – 1 тиждень, **20 балів**, якщо все правильно та виконано в строк):
 - 20 балів, якщо все правильно і виконано в строк,
 - 18 балів, якщо все правильно, але із запізненням на тиждень,
 - 16 балів, якщо все правильно, але із запізненням на 2 тижні,
 - 14 балів, якщо все правильно, але із запізненням на 3 тижні,
 - 12 балів, якщо все правильно, але із запізненням на 4 тижні і більше.

3. **Самостійна робота “Границя та неперервність функції”** (строк написання – **17-й тиждень**, **10 балів**, якщо усі 5 завдань правильно виконано):
 - за кожне завдання маємо
 - 2 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,
 - 1 бал, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з деякими незначними помилками.

4. **Контрольна робота “Диференційованість функцій”** (строк написання – **22-й тиждень**, **20 балів**, якщо усі 5 завдань правильно виконано):
 - за кожне завдання маємо
 - 4 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,
 - 3 бали, якщо завдання виконано з 1 незначною помилкою,
 - 2 бали, якщо завдання виконано не більш ніж з 2 незначними помилками,
 - 1 бал, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з деякими незначними помилками.

Екзамен (40 балів, якщо усі 4 завдання правильно виконані): за кожне завдання маємо **10 балів**, якщо завдання виконано без помилок та у повному об’ємі.

II семестр

Шкала оцінювання в балах засвоєння складових частин навчального матеріалу при поточному та підсумковому семестровому контролі знань у II семестрі

Складові частини модульного контролю у II семестрі:

1. **Індивідуальне навчальне завдання “Методи обчислення інтегралів” (15 балів):**
 - 1 частина **“Методи обчислення невизначених інтегралів”** (строк отримання завдання студентами – **2-й тиждень**, строк виконання – 1 тиждень, **10 балів**, якщо усі 10 завдань правильно виконано):
 - за кожне завдання маємо
 - 1 бал, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

0,5 балів, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з деякими незначними помилками.

2 частина “Методи обчислення визначених інтегралів” (строк отримання завдання студентами – **5-й тиждень**, строк виконання – 1 тиждень, **5 балів**, якщо 2 завдання правильно виконано):

за перше завдання маємо

2 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

1 бал, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з деякими незначними помилками,

за друге завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з деякими незначними помилками,

при цьому за запізнення на кожний тиждень рахуємо мінус **2 бали**.

2. Самостійна робота “Застосування визначених інтегралів” (строк написання – **9-й тиждень**, **15 балів**, якщо усі 5 завдань правильно виконано):

за кожне завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з деякими помилками.

3. Індивідуальне навчальне завдання “Невласні інтеграли та числові ряди” (строк отримання завдання студентами – **13-й тиждень**, строк виконання – 1 тиждень, **15 балів**, якщо усі 5 завдань правильно виконано):

за кожне завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з деякими помилками,

при цьому за запізнення на кожний тиждень рахуємо мінус **2 бали**.

4. Контрольна робота “Екстремуми функцій кількох змінних” (строк написання – **19-й тиждень**, **15 балів**, якщо усі **3** завдання правильно виконано):

за кожне завдання маємо

5 балів, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

4 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

3 бали, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 2 незначними помилками,

2 бали, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 3 незначними помилками,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 4 та більш помилками.

Екзамен (40 балів, якщо усі 4 завдання правильно виконані):

за кожне завдання маємо **10 балів**, якщо завдання виконано без помилок та у повному об'ємі.

III семестр

Шкала оцінювання в балах засвоєння складових частин навчального матеріалу при поточному та підсумковому семестровому контролі знань у III семестрі

1. Самостійна робота “Кратні інтеграли” (строк написання – 5-й тиждень, 15 балів, якщо усі 5 завдань правильно виконано):

за кожне завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з деякими помилками.

2. Індивідуальне навчальне завдання “Криволінійні та поверхні інтеграли. Елементи теорії поля” (строк отримання завдання студентами – 10-й тиждень, строк виконання – 1 тиждень, 15 балів, якщо усі 3 завдання правильно виконано):

за 1 та 2 завдання маємо

по 6 балів, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

5 балів, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

4 бали, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з однією помилкою,

3 бали, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 2 незначними помилками,

2 бали, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 3 незначними помилками,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з 4 та більш помилками.

за 3 завдання маємо

по 3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

по 2 бали, якщо завдання виконано не більш ніж з однією незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується у правильному напрямку, але з помилками,

при цьому за запізнення на кожний тиждень рахуємо мінус 2 бали.

3. Контрольна робота “Комплексний аналіз” (строк написання – 17-й тиждень, 15 балів, якщо усі 5 завдань правильно виконано):

за кожне завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з деякими помилками.

4. Індивідуальне навчальне завдання “Диференціальні рівняння” (строк виконання – 28- тиждень, 15 балів, якщо усі 3 завдань правильно виконано):

за кожне завдання маємо

3 бали, якщо завдання виконано без єдиної помилки,

2 бали, якщо завдання виконано з незначною помилкою,

1 бал, якщо завдання виконується за правильним напрямком, але з деякими помилками.

при цьому за запізнення на кожний тиждень рахуємо мінус 2 бали.

Екзамен (40 балів, якщо усі 4 завдання правильно виконані):

за кожне завдання маємо 10 балів, якщо завдання виконано без помилок та у повному об’ємі.

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

10. 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. , Ищук 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.

Методичне забезпечення

1. Ніколенко І.Г. *Деякі вступні поняття математичної логіки та теорії множин*. - Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2008, 40 с. (учебно-методическе посібник по математическому аналізу).
2. Ніколенко І.Г., Рыжий В.С. *Комплексные числа*. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007 (методическіе указання по математическому аналізу).
3. Сердюк Г.П., Рыжий В.С., Ніколенко І.Г. *Построение графиков функций*. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2007, 24 с. (методическіе указання по математическому аналізу).
4. Сердюк Г.П., Рыжий В.С., Ніколенко І.Г. *Построение плоских кривых*. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2008, 88 с. (учебно-методическе посібник по математическому аналізу).
5. Гордевский В.Д. *Методы вычисления неопределённых интегралов*. – Харків: ХГУ, 1990 (методическіе указання по математическому аналізу).
6. Тарапова Е.И. *Предел функции. Непрерывность функции*. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2006 (методическіе указання і зачётніе задания по математическому аналізу).
7. Марченко І.І. *Кратные интегралы*. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2003 (методическіе указання і зачётніе задания по математическому аналізу).
8. Гордевский В.Д. *Криволинейные интегралы и их приложения*. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2006 (методическіе указання і зачётніе задания по математическому аналізу).
9. Гордевский В.Д. *Поверхневi інтеграли. Формули Стокса та Гауса-Остроградського* – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2006 (методичні вказівки та індивідуальні залікові завдання з математичного аналізу).
10. Антышко И.И., Макаров А.А. *Методы интегрирования и понижения порядка дифференциальных уравнений*. – Харків: ХГУ, 1990 (методическіе указання по математическому аналізу).

11. 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/>