

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИРА ВИННИЧЕНКА

Кафедра математики, інформатики, економіки та методик їхнього навчання

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
В.о. завідувача кафедри

доц. Яременко Ю.В..

"2" вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичний аналіз

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **01 Освіта/Педагогіка**

Спеціальність: **014 Середня освіта (Інформатика)**

Освітня програма: **Середня освіта (Інформатика та Математика)**

факультет **математики, природничих наук та технологій**

2021-2022 навчальний рік

Робоча програма **Математичний аналіз**
(назва навчальної дисципліни)

для студентів 2 курсу підготовки
за спеціальністю 014 Середня освіта (Інформатика)

«27» серпня, 2021 року – 19 с.

Розробник: Ботузова Юлія Володимирівна, доцент кафедри математики ЦДПУ ім. В. Винниченка

Робоча програма затверджена на засіданні **кафедри математики, інформатики, економіки та методик їхнього навчання**

Протокол № 2 від "2" вересня 2021 року

В.о. завідувача кафедри математики

 (доц. Яременко Ю.В.).

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання		
Кількість кредитів – 4,5/3/3,5 (ECTS)	Галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка Спеціальність 014 Середня освіта (Інформатика)	Нормативна		
Модулів – 5		Рік підготовки:		
Змістових модулів – 6		2021-й	2022-й	2022-2023-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр		
(назва)		3-й	4-й	5-й
Загальна кількість годин 135 год. /90 год. /105 год.		Вид контролю		
		Екзамен	Екзамен	Екзамен
		Лекції		
Тижневих годин для денної форми навчання:	Освітній рівень: Бакалавр	52	18	34
аудиторних – 5/3/3 год.		Практичні, семінарські		
самостійної роботи студента – 3/4 год.		32	32	16
		Лабораторні		
		-	-	-
		Самостійна робота		
		51	40	55
		Індивідуальні завдання:		
		Консультації:		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: закласти фундамент математичної підготовки майбутнього вчителя математики; підготувати студентів до вивчення загальної та теоретичної фізики, диференціальних рівнянь та комплексного аналізу.

Завдання: навчити студентів основним поняттям диференціального та інтегрального числення, метричних просторів, функцій кількох змінних; навчити студентів доводити основні теореми вказаних розділів; навчити студентів застосовувати поняття і теореми математичного аналізу до дослідження функцій, обчислення довжин кривих, площ поверхонь, моментів інерції та статичних моментів, знаходження кратних і контурних інтегралів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: історію розвитку математичного апарату математичного аналізу; властивості елементарних функцій; теорію меж та нескінченно малих величин; похідну та диференціал функції однієї і декількох змінних та їхнє застосування; інтегральне числення; числові та функціональні ряди; основи диференціальних рівнянь.

вміти: виконувати операції над множинами, обчислювати границі послідовностей, обчислювати границю функції в точці, досліджувати функції на неперервність, обчислювати похідні функцій, досліджувати функції за допомогою похідних, обчислювати невизначені інтеграли, обчислювати інтеграли Рімана, застосовувати інтеграл Рімана до знаходження площ плоских фігур, довжин дуг кривих, об'ємів тіл обертання, площ поверхонь тіл обертання, знаходження координат центрів ваги, досліджувати на абсолютну та умовну збіжність числові ряди, досліджувати на рівномірну збіжність функціональні послідовності і функціональні ряди, досліджувати властивості сум функціональних рядів, розкласти функції в степеневі ряди, обчислювати інтеграли Стільтєсса, досліджувати функції задані на метричних просторах, застосовувати принцип стискуючих відображень до задач в різних галузях математики, знаходити границі функцій багатьох змінних в точках, знаходити поверхневі границі, обчислювати похідні за напрямком і частинні похідні, досліджувати функції кількох змінних на локальні екстремуми та умовні екстремуми, обчислювати кратні інтеграли, використовувати формулу заміни змінних, обчислювати криволінійні і поверхневі інтеграли другого типу від диференціальних форм, користуватися формулами Гріна, Остроградського- Гауса та Стокса, розкласти функції в ряди Фур'є та досліджувати їх збіжність, користуватися інтегралом Фур'є та перетвореннями Фур'є.

У результаті вивчення дисципліни у студента мають бути сформовані такі компетентності:

Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі освіти та інформатики, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічних та комп'ютерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ПК.09. Здатність ефективно застосувати ґрунтовні знання змісту шкільної математики, формувати в учнів критичне мислення, переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення та математичного моделювання.

ПК.11. Здатність забезпечувати розвиток прийомів розумової діяльності та просторової уяви учнів, усвідомлюючи й реалізуючи специфічні можливості процесу навчання математики для розвитку логічного та алгоритмічного мислення.

Програмні результати навчання:

ПРН.14. Знання структури предметних галузей інформатики та математики, їхнє місце в системі наук, розуміння перспектив розвитку математики, інформатики та інформаційних технологій, їхнє суспільне значення.

ПРН.21. Знання сутності та основних методів доведення математичних тверджень у навчанні учнів алгебри й геометрії. Уміння забезпечити умови для набуття учнями досвіду застосування математичних знань та умінь, формування їхнього позитивного ставлення до вивчення систематичних курсів алгебри та геометрії.

3. Програма навчальної дисципліни

Семестр 3

Змістовний модуль I. Границя та неперервність функції однієї змінної

Тема 1. Вступ до аналізу

Предмет і метод математичного аналізу. Зв'язок із шкільним курсом математики. (2 години)

Тема 2. Множина дійсних чисел

Дійсні числа в шкільному курсі математики.

Поняття множини. Дії над множинами.

Задачі, які приводять до поняття дійсного числа. Основні властивості дійсних чисел; упорядкованість, властивості суми і добутку, неперервність (аксіома Кантора).

Множини N (натуральних), Z (цілих), Q (раціональних) і R (дійсних) чисел. Подання дійсних чисел у десятковій системі числення та зображення їх на числовій прямій. Невласні дійсні числа $+\infty$, $-\infty$ і нескінченно віддалені точки числової прямої. Числові проміжки.

Модуль дійсного числа та його властивості. Поняття околу точки числової прямої.

Обмежені числові множини. Точна верхня і точна нижня межі числової множини, їх існування та властивості. Принцип і метод математичної індукції. Нерівність Бернуллі. (4 години)

Тема 3. Функції дійсної змінної

Задачі, які приводять до поняття функції. Функції у шкільному курсі математики. Поняття відповідності та функції (відображення), область визначення та множина значень. Функції дійсної та комплексної змінної. Взаємно однозначне відображення і обернене відображення (обернена функція), графіки взаємно обернених функцій.

Означення основних елементарних функцій та їх графіки.

Арифметичні операції над функціями, суперпозиція функцій (складна

функція), елементарні функції дійсної змінної.

Найпростіші властивості функцій дійсної змінної. Поняття многочлена, раціональної, алгебраїчної, ірраціональної та трансцендентної функцій дійсної змінної. (4 години)

Тема 4. Границі послідовностей

Послідовність та її границя у шкільному курсі математики. Послідовність як функція, що визначена на множині натуральних чисел. Поняття скінченної та нескінченної границі послідовності з дійсними членами. Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності.

Збіжні і розбіжні послідовності. Найпростіші теореми про границі: єдиність границі, границя підпослідовності, зв'язок збіжності з обмеженістю, перехід до границі під знаком модуля.

Основні властивості границь: границя сталої, зв'язок збіжної послідовності з нескінченно малою, границя суми, добутку, різниці і частки, перехід до границі в нерівностях, границя проміжної змінної.

Монотонні послідовності. Існування границі монотонної послідовності.

Існування границі послідовності $\left\{ \left(1 + \frac{x}{n} \right)^n \right\} (\forall x \in \mathbb{R})$. Означення e^x та її основної властивості. Число e , натуральний логарифм. Означення показникової, логарифмічної та загальної степеневої функцій дійсної змінної, їх основні властивості та графіки.

Часткові границі послідовності з дійсними членами. Теорема Больцано – Вейерштрасса. Верхня та нижня границі послідовності з дійсними членами. Критерій збіжності послідовності. (8 годин)

Тема 5. Границі функцій в точках

Задачі, які приводять до поняття границі функції у точці. Границя функції у шкільному курсі математики. Поняття граничної точки множини, зв'язок з границею послідовності, існування граничної точки.

Загальне поняття границі функції дійсної змінної у точці відносно множини та його частинні випадки. Зв'язок границі з одnobічними

граничами. Поняття нескінченно малої та нескінченно великої функції. Асимптоти.

Найпростіші теореми про границі.

Основні властивості границь. Границя монотонної функції. Границі основних елементарних функцій. Деякі важливі границі:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1, \quad \lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}} = e, \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \log_a(1+x) = \log_a e, \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^\alpha - 1}{x} = \alpha. \quad (8 \text{ годин})$$

Тема 6. Неперервні функції

Задачі, які приводять до поняття неперервності функції. Неперервні функції у шкільному курсі математики. Поняття функції дійсної змінної, неперервної у точці відносно множини і неперервної на множині.

Неперервність суми, добутку, різниці і частки функцій. Неперервність складної функції. Неперервність суми функціонального і степеневих рядів. Неперервність основних елементарних та елементарних функцій.

Однобічна неперервність. Точки розриву, та їх класифікація. Точки розриву монотонних функцій.

Властивості функцій, неперервних на відрізку: обмеженість, існування найбільшого і найменшого значень, існування проміжних значень, рівномірна неперервність.

Теорема про існування, монотонність і неперервність оберненої функції. Існування і неперервність $\sqrt[n]{x}$, логарифмічної і обернених тригонометричних функцій. (8 годин)

Змістовний модуль II. Диференціальне числення функції однієї змінної

Тема 1. Похідна і диференціал

Задачі, які приводять до поняття похідної. Похідна у шкільному курсі математики. Означення похідної функції дійсної змінної. Геометричний та механічний зміст похідної функції дійсної змінної. Рівняння дотичної та нормалі до кривої.

Поняття функції, диференційовної у точці і на множині. Зв'язок диференційовності з неперервністю. Диференційовність суми, добутку, різниці й частки функцій. Диференційовність складної та оберненої функцій.

Таблиця похідних основних елементарних функцій.

Диференціал функції, його геометричний і механічний зміст. Інваріантність форми диференціала. Застосування диференціала до наближених обчислень.

Похідні і диференціали вищих порядків. Диференціювання параметрично заданих функцій.

Диференціювання функціональних і степеневих рядів. Поняття ряду Тейлора. Єдність розкладу функції у степеневий ряд.

Поняття аналітичної функції дійсної змінної. Властивість єдності аналітичної функції. (8 годин)

Тема 2. Основні теореми диференціального числення та їх застосування

Теореми Ролля, Лагранжа і Коші.

Правила Лопіталя. Порівняння росту показникової, степеневої і логарифмічної функції.

Умови сталості і монотонності функції на проміжку.

Опуклість кривої і точки перегину.

Повне дослідження функції та побудова її графіка.

Наближене обчислення коренів рівнянь методом хорд і методом дотичних. (10 годин)

Семестр 4

Змістовний модуль III. Інтегральне числення функції однієї змінної

Тема 1. Основні поняття інтегрального числення

Задачі, які приводять до поняття первісної. Первісна у шкільному курсі математики. Поняття первісної, теорема про множину первісних. Поняття невизначеного інтеграла. Таблиця основних інтегралів. (2 години)

Тема 2. Методи та способи інтегрування

Основні методи інтегрування: розкладу, заміни змінної та частинами.

Інтегрування раціональних функцій. Поняття функції, інтегрованої у скінченному вигляді.

Інтегрування найпростіших ірраціональних і трансцендентних функцій.

Знаходження невизначених інтегралів за допомогою таблиць. (8 годин)

Тема 3. Поняття інтегровності, основні теореми про інтегровність

Задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла. Інтеграл у шкільному курсі математики. Інтегровність за Ріманом і визначений інтеграл. Необхідна умова інтегровності. Суми Дарбу та їх властивості. Критерій інтегровності за Ріманом. Інтегровність неперервної, кусково-неперервної і монотонної функцій. Геометричний зміст визначеного інтеграла. (2 години)

Тема 4. Визначений інтеграл та його властивості

Основні властивості визначеного інтеграла. Теорема про середнє значення визначеного інтеграла. Інтеграл із змінною верхньою межею інтегрування. Неперервність інтеграла із змінною верхньою межею. Диференційовність інтеграла зі змінною верхньою межею. Існування первісної неперервної функції. Формула Ньютона – Лейбніца. Інтегрування частинами і заміною змінної. (2 години)

Тема 5. Застосування визначених інтегралів

Площа криволінійної трапеції. Геометричний зміст визначеного інтеграла. Обчислення площ у декартових координатах. Доведення нерівностей за допомогою інтеграла. Наближене обчислення визначених інтегралів. Обчислення площ у полярних координатах. Об'єм тіла обертання

і його обчислення. Поняття спрямлюваної дуги кривої та її довжини. Обчислення довжини кусково-гладкої кривої. Поняття площі поверхні обертання та її обчислення. Застосування визначеного інтеграла у фізиці: координати центра маси платівки і дуги кривої, статичні моменти. (2 години)

Тема 6. Невласні інтеграли

Невласні інтеграли на нескінченних проміжках інтегрування. Невласні інтеграли на скінченних проміжках від необмежених функцій. (2 години)

Семестр 5

Змістовний модуль IV. Ряди

Тема 1. Числові ряди

Поняття числового ряду. Частинна сума і залишок ряду. Збіжність і сума ряду. Збіжність ряду та його залишку. Приклади. Геометрична прогресія, її збіжність і сума. Гармонійний ряд. Необхідна умова збіжності ряду. (6 годин)

Тема 2. Додатні ряди

Необхідна й достатня умова збіжності додатних рядів. Достатні ознаки збіжності додатних рядів: ознака порівняння, ознака Даламбера, ознака Коші, інтегральна ознака. (6 годин)

Тема 3. Знакозмінні ряди

Знакозмінні ряди. Теорема Лейбніца. Ряди з довільними членами. Абсолютна й умовна збіжність. Теорема про збіжність абсолютно збіжного ряду. Теореми про необхідну й достатню умови збіжності числової послідовності та числового ряду (критерій Коші). (6 годин)

Змістовний модуль V. Основи теорії ймовірностей та математичної статистики

Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей

Предмет теорії ймовірностей. Класифікація подій. Сумісні і несумісні події, повна група подій. Класичне, геометричне та статистичне означення ймовірностей. Відносна частота випадкової події. Формули комбінаторики у теорії ймовірностей. (6 годин)

Тема 2. Теореми додавання і множення ймовірностей та їх наслідки

Умовна ймовірність. Теорема множення ймовірностей. Теорема додавання ймовірностей. Алгоритм розв'язування задач з використанням теорем додавання та множення ймовірностей. Основна властивість подій, які утворюють повну групу. Ймовірність появи хоча б однієї події, тільки однієї події. Формула повної ймовірності. Формули Бейєса. Алгоритм

розв'язування задач з використанням формул повної ймовірності та формул Бейєса. (6 годин)

Тема 3. Вступ в математичну статистику

Вибірковий метод. Завдання математичної статистики. Генеральна та вибірка сукупності. Способи утворення вибіркової сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Емпірична функція розподілу та її властивості. Графічне зображення статистичних розподілів (полігон та гістограма). Числові характеристики вибірки. Метод добутків обчислення зведених характеристик вибірки. Числові характеристики сукупностей, що складаються з груп. Статистичне оцінювання. Визначення статистичної оцінки. Точкові статистичні оцінки параметрів розподілу та їх властивості. Інтервальні статистичні оцінки. Точність і довірча ймовірність (надійність) оцінки, довірчий інтервал. Побудова довірчих інтервалів для оцінки параметрів нормального розподілу. (4 годин)

4. Структура навчальної дисципліни

Семестр 3

Назви розділів/змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	Усього	у тому числі						Усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інл.	Консультації	СРС		л	п	лаб.	інд.	Консультації	СРС
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
Блок/модуль 1														
Розділ/змістовий модуль 1. Границя та неперервність функції однієї змінної														
Тема 1. Вступ до аналізу	6	2	2				2							
Тема 2. Множина дійсних чисел	14	4	4				6							
Тема 3. Функції дійсної змінної	14	4	4				6							
Тема 4. Границі послідовностей	22	8	6				8							
Тема 5. Границі функцій в точках	19	8	4				7							
Тема 6. Неперервні функції	18	8	4				6							
Разом за розділом/ змістовим модулем1	93	34	24				35							
Розділ/змістовий модуль 2. Диференціальне числення функції однієї змінної														
Тема 1. Похідна і диференціал	18	8	4				6							
Тема 2. Основні теореми диференціального числення	24	10	4				10							
Разом за розділом/ змістовим модулем2	42	18	8				16							
Усього годин	135	52	32				51							

Семестр 4

Назви розділів/змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	Усього	у тому числі						Усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд.	Консультації	СРС		л	п	лаб.	інд.	Консультації	СРС
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
Блок/модуль 1														
Розділ/змістовий модуль 1. Інтегральне числення функції однієї змінної														
Тема 1. Основні поняття інтегрального числення	6	2					4							
Тема 2. Методи інтегрування	34	8	16				10							
Тема 3. Поняття інтегровності, основні теореми про інтегровність	8	2					6							
Разом за розділом/ змістовим модулем1	48	12	16				20							
Розділ/змістовий модуль 2. Визначений інтеграл і його застосування														
Тема 4. Визначений інтеграл та його властивості	10	2	4				4							
Тема 5. Застосування визначених інтегралів	18	2	8				8							
Тема 6. Невласні інтеграли	14	2	4				8							
Разом за розділом/ змістовим модулем2	42	6	16				20							
Усього годин	90	18	32				40							

Семестр 5

Назви розділів/змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	Усього	у тому числі						Усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд.	Консультації	СРС		л	п	лаб.	інд.	Консультації	СРС
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
Блок/модуль 1														
Розділ/змістовий модуль 1. Ряди														
Тема 1. Числові ряди	16	6	2				8							
Тема 2. Додатні ряди	20	6	4				10							
Тема 3. Знакозмінні ряди	15	6	2				7							
Разом за розділом/ змістовим модулем1	51	18	8				25							
Розділ/змістовий модуль 2. Основи теорії ймовірностей та математичної статистики														
Тема 4. Основні поняття теорії ймовірностей	18	6	2				10							
Тема 5. Теорема додавання і множення ймовірностей та їх наслідки	20	6	4				10							
Тема 6. Вступ в математичну статистику	16	4	2				10							
Разом за розділом/ змістовим модулем2	54	16	8				30							
Усього годин	105	34	16				55							

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
СЕМЕСТР 3		
1	Модуль дійсного числа та його властивості.	2
2	Функції, їх властивості та графіки.	2
2	Числові послідовності. Границя числової послідовності.	4
3	Обчислення границь числових послідовностей	4
4	Границя функції. Обчислення границь функції	4
5	Перша важлива границя.	2
	Друга важлива границя	2
6	Неперервність функції в точці. Точки розриву	4
7	Похідна функції. Обчислення похідних	4
8	Похідна складеної функції. Похідні вищих порядків	4
	УСЬОГО	32
СЕМЕСТР 4		
1	Повне дослідження функції та побудова її графіка	4
2	Невизначений інтеграл. Інтегрування методом розкладу.	4
3	Інтегрування заміною змінних	2
4	Інтегрування частинами	4
5	Інтегрування раціональних, ірраціональних, тригонометричних функцій	6
6	Обчислення визначених інтегралів та їх застосування до обчислення площ плоских фігур, довжини дуги кривої, обчислення об'ємів тіл обертання, площ поверхонь	8
7	Невласні інтеграли	4
	УСЬОГО	32
СЕМЕСТР 5		
1	Числові ряди. Необхідна і достатні ознаки збіжності	2
2	Достатні ознаки збіжності додатних рядів	2
3	Інтегральна ознака збіжності додатного ряду	2
4	Знакозмінні ряди	2
5	Основні поняття теорії ймовірностей. Класичне означення ймовірностей та відносна частота	2
6	Теореми додавання та множення ймовірностей. Формула повної ймовірностей. Формули Бейєса	4
7	Вибірковий метод. Статистичний розподіл. Полігон і гістограма. Емпірична функція розподілу. Статистичні оцінки параметрів розподілу	2
	УСЬОГО	16

6. Методи навчання

Використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – практична робота, виконання вправ.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний. Дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

7. Методи контролю

Використовуються такі методи контролю: усний контроль у вигляді індивідуального та фронтального опитування; письмовий контроль у вигляді модульних контрольних, самостійних письмових робіт, математичних диктантів, поточного тестування, виконанні завдань у дистанційному курсі.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Семестр 3

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1						40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
5	5	5	5	5	5		

Семестр 4

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
10	10	10	10	10	10		

Семестр 5

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
10	10	10	10	10	10		

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно	не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій всіх тем курсу.
2. Варіанти завдань для самостійної роботи студентів.
3. Варіанти модульних контрольних робіт.
4. Список питань, що виносяться на самостійне вивчення студентів.
5. Теоретичні питання до колоквіумів та екзаменів.
6. Дистанційний курс для самостійної роботи студентів

14. Рекомендована література
ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Давидов М.О. Курс математичного аналізу. Ч. I.- Ч.ІІ– К.: Вища школа. 1976. 1990.
2. Шкіль М.І. Математичний аналіз. Ч. I.-Ч. II. – К.: Вища школа. 1978,

2005.

3. Бобочко В. М., Вороний О.М. Математичний аналіз. Функція, її границя і неперервність. – Кіровоград, РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. 2004.

4. Гаєвський М.В., Ботузова Ю.В. Границя та неперервність. Диференціальне числення функції однієї змінної. Навчально-методичний посібник з математичного аналізу для самостійної роботи студентів I-го курсу фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. Кропивницький: Ексклюзив-Систем, 2019. – 127 с.

5. Ботузова Ю.В., Гаєвський М.В., Ізюмченко Л.В. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ: інтегральне числення функцій однієї змінної. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. – 120 с.

6. Ботузова Ю.В. РЯДИ: розробки практичних занять в аспекті використання комп'ютерних, мобільних технологій та Інтернет-ресурсів у вивченні математичного аналізу. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2016. – 132 с.

7. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд.9. Учебное пособие для вузов.– М: Высшая школа, 2003. – 479с.

11. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. Учебное пособие для вузов. –М: Высшая школа, 2008. – 400с.

Додаткова

4. Дзядик В.К. Математичний аналіз. Т. I. – К.: Вища школа. 1995.

5. Дороговцев А.Я. Математичний аналіз. Ч. I. – К.: Либідь. 1993.

6. Дюженкова Л.І., Колесник Т.В., Лященко М.Я., Михалін Г.О., Математичний аналіз у задачах і прикладах. Ч. I.– К.: Вища школа. 2002.

7. Зорич В.А. Математический анализ. Ч. I. – М.: Наука. 1981.

8. Кудрявцев Л.Д. Математический анализ. Ч. 1. – М.: Просвещение. 1970.

9. Ляшко И.И., Боярчук А.К. и др. Математический анализ в примерах и задачах. Т. 1. – К.: Вища школа. 1974.

10. Ляшко И.И., Боярчук А.К. и др. Справочное пособие по математическому анализу. – К.: Вища школа. 1984.

11. Уваренков И.М., Маллер М.З. Курс математического анализа. Т. 1. – М.: Просвещение. 1966.

12. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Т. 1. – М.: Наука. 1968.

13. Шкіль М.І., Слєпкань З.І., Дубинчук О.С. Алгебра і початки аналізу, 10-11 кл. – К.: Зодіак–ЕКО. 1995.

14. М.Н. Шунда, А.А. Томусяк. Практикум з математичного аналізу: Вступ до аналізу. Диференціальне числення: Навч. посібник. – К.: Вища школа. 1993.

15. Н.А.Давыдов, П.П. Коровкин, В.Н. Никольский. Сборник задач по математическому анализу. – М.: Просвещение. 1973.

16. Задачник по курсу математического анализа. Учебн. пособ. Ч. 1. Под ред. Н.Я. Виленкина . – М.: Просвещение. 1971.