

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора навчально-наукового інституту
міжнародних відносин ім. Б.Д. Гаврилишина

Людмила ГАВРИЛЮК-СНЕСЕН
«20» вересня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ
«20» вересня 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«Вища математика»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 07 Управління та адміністрування

спеціальність – 073 Менеджмент

освітньо-професійна програма – «Міжнародний менеджмент»

Кафедра прикладної математики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції, год.	Практич ні заняття, год.	ІРС, год.	Тренінг, год.	СРС, год.	Разом, год.	Залік (сем)	Екзамен (сем)
Денна	1	1, 2	60	60	7	13	100	240	1	2

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі ОПП «Міжнародний менеджмент» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 073 Менеджмент галузі знань 07 Управління та адміністрування, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол №11 від 26.06.2024 р.)

Робочу програму склала доцент кафедри прикладної математики, канд. фіз.-мат. наук Оксана ЛЕСИК.



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики, протокол № 1 від 26.08.2024 р.

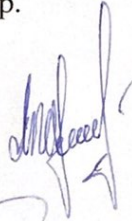
Завідувач кафедри



Олеся МАРТИНЮК

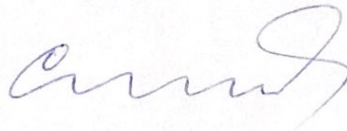
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 073 Менеджмент, протокол № 2 від 30.08. 2024 р.

Голова групи забезпечення спеціальності



Михайло ШКІЛЬНЯК

Гарант ОПП



Олена СОХАЦЬКА

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“Вища математика”**

1. Опис навчальної дисципліни “Вища математика”

Дисципліна – «Вища математика»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 8	Галузь знань – 07 Управління та адміністрування	Статус дисципліни обов’язкова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів - 9	Спеціальність – 073 Менеджмент	Рік підготовки: денна – 1 Семестр: денна – 1,2
Кількість змістових модулів - 5	Освітньо-професійна програма – «Міжнародний менеджмент»	Лекції: денна - 60 год. Практичні заняття: денна –60 год.
Загальна кількість годин – 240 год.	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: денна – 100 год Індивідуальна робота – 7 год. Тренінг – 13 год
Тижневих годин: Денна форма навчання І семестрі – 8 год., з них аудиторних - 4 год. в II семестрі – 8 год., з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю: I семестр – залік II семестр – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни “Вища математика”

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Метою дисципліни “Вища математика” є формування у студентів фундаментальних математичних знань і навичок, необхідних для аналітичного мислення та прийняття обґрунтованих управлінських рішень на міжнародному рівні. Дисципліна спрямована на розвиток здатності до застосування математичних методів і моделей у вирішенні економічних, фінансових і управлінських задач, що виникають у сфері міжнародного бізнесу та менеджменту.

Програма та тематичний план направлені на глибоке та ґрунтовне вивчення основ вищої математики, розвиток логічного мислення студентів. Ця дисципліна відноситься до загальноосвітніх фундаментальних дисциплін, які формують світогляд майбутніх менеджерів різних функціональних сфер діяльності організацій і є основою вивчення економіко-математичного моделювання, а також економічних дисциплін.

Головним завданням курсу “Вища математика” є вивчення загальних закономірностей та зв'язку між різними величинами, їх застосування до конкретних професійних досліджень. Оволодіння курсом повинно виробити у студентів навички практичного використання математичних методів, формул та таблиць в процесі розв'язання прикладних задач.

Вивчення курсу передбачає наявність систематичних знань, цілеспрямованої роботи над вивченням математичної літератури, активної роботи на лекціях і практичних заняттях, самостійної роботи та виконання індивідуальних завдань.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Головним завданням дисципліни “Вища математика” є вивчення загальних закономірностей та зв'язку між різними величинами і їх застосування в конкретних економічних дослідженнях.

В результаті вивчення дисципліни “Вища математика” студент повинен знати:

- дії над матрицями;
- розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь;
- найпростіші рівняння кривих другого порядку та їх графіки;
- графіки основних елементарних функцій, серед них криві попиту і пропозиції;
- теоретичні основи диференціального та інтегрального числення функцій;
- економічні задачі, які приводять до поняття функцій багатьох змінних;
- економічні задачі, які приводять до поняття диференціальних рівнянь;
- формули для знаходження загальних розв'язків лінійних диференціальних рівнянь;
- ознаки збіжності числових рядів.

Проведення лекцій полягає в тому, щоб ознайомити студентів з основними питаннями курсу "Вища математика". При цьому основна увага звертається на необхідність використання теорії в подальшій практичній фаховій діяльності.

Завдання проведення лекцій полягають у:

- викладенні студентам у відповідності з програмою та робочим планом ключових понять, методів і засобів вищої математики;
- сформуванню у студентів цілісної системи теоретичних знань з курсу "Вища математика".

Основним завданням проведення практичних занять є глибоке засвоєння та закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях. Проведення практичних занять передбачає вироблення у студентів навиків розв'язування задач, з подальшим використанням набутих знань в фахових дослідженнях.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

У процесі викладання навчальної дисципліни "Вища математика" основна увага приділяється оволодінню студентами спеціальними компетентностями, а саме:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Базові знання та вміння із алгебри та початків аналізу, геометрії, інформатики.

2.5. Результати навчання.

В результаті вивчення дисципліни "Вища математика" студент повинен вміти:

- демонструвати навички аналізу ситуації та здійснення комунікації у різних сферах діяльності організації;
- виконувати дослідження індивідуально та/або в групі під керівництвом лідера.

3. Програма навчальної дисципліни:

I - семестр

Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії

Тема 1. Елементи теорії визначників

1. Вступ. Структура курсу вищої математики.
2. Методичні вказівки до вивчення курсу вищої математики.
3. Обчислення визначників II та III порядку та їх властивості.
4. Поняття про мінори та алгебраїчні доповнення.
5. Розклад визначника за елементами його стрічки (стовпчика).
6. Поняття про визначники вищих порядків та їх обчислення.

Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування.

1. Визначення матриці, її види.
2. Дії над матрицями.
3. Обернена матриця та її знаходження.
4. Поняття про ранг матриці та його обчислення.
5. Економічні задачі з використанням теорії матриць.

Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

1. Системи лінійних рівнянь та їх розв'язки.
2. Правило Крамера.
3. Метод Гаусса та Жордана-Гаусса.
4. Матричний спосіб розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
5. Дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь на сумісність. Теорема Кронекера-Капеллі.

Тема 4. Матричний аналіз.

1. Однорідні системи лінійних рівнянь.
2. Матрична модель Леонтьєва міжгалузевого балансу.
3. Задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.
4. Модель рівноважних цін.

Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри.

1. Види систем координат на площині і в просторі. Віддаль між двома точками. Поділ відрізка в заданому відношенні.
2. Поняття вектора. Проекція вектора на вісь та її властивості. Розклад вектора на компоненти.
3. Дії над векторами, заданими в координатній формі. Скалярний добуток векторів та його властивості.
4. Кут між двома векторами. Умови паралельності і перпендикулярності векторів.
5. Лінійна залежність і незалежність векторів.
6. Простір товарів та вектор цін.
7. Лінійна модель міжнародної торгівлі.

Тема 6. Методи й моделі аналітичної геометрії.

1. Рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом. Рівняння в'язки прямих. Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки.
2. Кут між двома прямими. Умови паралельності і перпендикулярності прямих.
3. Загальне рівняння прямої та її дослідження.
4. Рівняння площини, що проходить через задану точку, перпендикулярно до вектора.
5. Загальне рівняння площини та його дослідження.
6. Кут між двома площинами, Умови паралельності і перпендикулярності площин.
7. Рівняння прямої в просторі.

Тема 7. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях.

1. Поняття про канонічні лінії другого порядку.
2. Канонічні рівняння кола, еліпса, гіперболи і парабол.
3. Дослідження форми ліній другого порядку.
4. Модель рівноваги доходів і збитків. Знаходження точки рівноваги та областей прибутків і збитків.

Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі.

1. Загальний вид задач лінійного програмування.
2. Побудова математичної моделі задачі про раціональне використання ресурсів.
3. Побудова математичної моделі транспортної задачі.
4. Основна задача лінійного програмування 1 (з обмеженнями рівностями).
5. Основна задача лінійного програмування 2 (з обмеженнями нерівностями).

Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування.

1. Основні властивості ЗЛП.
2. Алгоритм графічного методу.
3. Зведення до стандартної форми.
4. Знаходження повного розв'язку ЗЛП1.

Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування

1. Канонічна форма задач лінійного програмування.
2. Побудова початкової симплекс-таблиці і правила реалізації симплексного методу.
3. Критерій оптимальності опорного плану симплекс-таблиці.

Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної

Тема 11. Функції та їх застосування.

1. Абсолютна величина числа та її властивість. Окіл точки.
2. Поняття функції. Область визначення і область значень функції. Способи задання функції.

3. Класифікація функцій. Основні елементарні функції та їх графіки. Криві попиту і пропозиції
4. Застосування функцій в економічній теорії: криві Філіпса, Лаффера, попиту і пропозицій.

Тема 12. Границі функції однієї змінної.

1. Поняття границі числової послідовності.
2. Поняття про границі функції в точці. Односторонні границі.
3. Основні теореми про границі числових послідовностей та функцій.
4. Дві визначні границі.
5. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву.
6. Властивості неперервних функцій на відрізку.
7. Обчислення приростів витрат, доходів та прибутків.
8. Павутинна модель ринку.
9. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу.
10. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів.
11. Дисконтування по простих та складних відсоткових ставках.
12. Неперервне нарощування та дисконтування.

Тема 13. Граничний аналіз.

1. Визначення похідної функції в точці.
2. Економічний, геометричний та механічний зміст похідної.
3. Маржинальний аналіз: маржинальні вартості, доходи та прибутки.
4. Правила диференціювання суми, добутку і частки функцій.
5. Похідні елементарних функцій. Таблиця похідних.
6. Похідна складної функції.
7. Похідні вищих порядків.
8. Основні теореми про диференційовані функції.
9. Диференціал функції та його застосування.

Тема 14. Дослідження функції.

1. Умови зростання і спадання функції.
2. Необхідні та достатні умови екстремуму.
3. Найбільше і найменше значення функцій на відрізку.
4. Випуклість і вгнутість графіка функції.
5. Необхідна і достатня умова існування точки перегину графіка функції.
6. Повне дослідження функції та побудова графіка.

Тема 15. Застосування методів диференціального числення.

1. Застосування еластичності в економічному аналізі.
2. Застосування похідної при розв'язуванні прикладних задач.
3. Оптимізаційні задачі.

II – семестр

Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних

Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних.

1. Економічні задачі, які приводять до поняття функцій багатьох змінних. Функція Кобба-Дугласа, рівняння Фішера.
2. Визначення функції двох змінних та її графічне зображення.
3. Поняття про лінії рівня. Границя функції багатьох змінних. Неперервність функції.

Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних.

1. Частинні похідні 1-го порядку. Повний диференціал. Градієнт функції.
2. Економічний зміст частинних похідних. Еластичність функції багатьох змінних.
3. Частинні похідні другого порядку.
4. Екстремум функції багатьох змінних. Необхідні та достатні умови екстремуму.
5. Застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва.

Тема 3. Побудова емпіричних формул.

1. Побудова емпіричних формул методом найменших квадратів.
2. Параболічна та гіперболічна залежність.
3. Застосування методу найменших квадратів при розв'язуванні економічних задач.

Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі.

1. Знаходження розв'язків задач математичного програмування для лінійної цільової функції і нелінійної системи обмежень.
2. Знаходження розв'язків задач математичного програмування для нелінійної цільової функції і лінійної системи обмежень.
3. Умовний екстремум функції багатьох змінних. Метод Лагранжа для розв'язування нелінійних задач математичного програмування.

Змістовий модуль 4. Інтегральне числення

Тема 5. Невизначений інтеграл.

1. Первісна функція та її властивість.
2. Невизначений інтеграл та його властивості.
3. Таблиця невизначених інтегралів.
4. Методи інтегрування.
5. Знаходження витрат та прибутків виробництва за їхніми маржинальними значеннями.

Тема 6. Інтегрування раціональних дробів.

1. Поняття раціонального дробу.
2. Інтегрування найпростіших раціональних дробів.
3. Інтегрування правильних раціональних дробів.

4. Інтегрування неправильних раціональних дробів.

Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій.

1. Інтегрування тригонометричних функцій
2. Інтегрування найпростіших ірраціональностей. Тригонометричні підстановки.
3. Поняття про невизначений інтеграл, що не має первісних в елементарних функціях.

Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення.

1. Задача про об'єм виробництва із змінною продуктивністю праці.
2. Задача про площу криволінійної трапеції.
3. Поняття визначеного інтеграла та його властивості.
4. Зв'язок невизначеного і визначеного інтегралів.
5. Формула Ньютона-Лейбніца.
6. Методи обчислення визначених інтегралів.
7. Невласні інтеграли та їх знаходження. Інтеграл Пуассона. Функція Лапласа та її використання в статистичних дослідженнях.

Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування визначених інтегралів.

1. Обчислення площ плоских фігур та об'ємів тіл обертання.
2. Застосування визначених інтегралів при розв'язуванні економічних задач:
 - а) в динамічних процесах;
 - б) у фінансових задачах.
3. Задачі про витрати, дохід, прибуток.
4. Оцінка ступеня нерівномірності розподілу доходів та прибуткового податку населення.

Змістовий модуль 5. Економічна динаміка та її моделювання. Ряди.

Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку.

1. Основні поняття про диференціальні рівняння та їх розв'язки.
2. Геометричний зміст диференціальних рівнянь 1-го порядку.
3. Задачі Коші для диференціальних рівнянь 1-го порядку.

Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку.

1. Диференціальні рівняння з відокремленими змінними.
2. Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку.
3. Однорідні диференціальні рівняння.
4. Економічні задачі, які приводять до диференціальних рівнянь:
 - а) задача про нагромадження капіталу;
 - б) задача про рух фондів;
 - в) задача про рекламу.

Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.

1. Поняття про лінійні однорідні та неоднорідні диференціальні рівняння II-го порядку.

2. Основні теореми про розв'язки диференціальних рівнянь II-го порядку.
3. Задача Коші для диференціальних рівнянь II-го порядку.
4. Поняття про комплексні числа.
5. Розв'язування лінійних однорідних та неоднорідних диференціальних рівнянь II-го порядку з постійними коефіцієнтами.
6. Динамічна модель Кейнса.
7. Модель демографічного процесу.

Тема 14. Числові ряди та їх збіжність.

1. Поняття числових рядів. Збіжність числових рядів.
2. Ряд геометричної прогресії.
3. Гармонічний ряд.
4. Необхідна та достатні умови збіжності числових рядів.
5. Використання ряду геометричної прогресії в моделі Кейнса.
6. Поняття про знакозмінні ряди. Ознака Лейбніца.

Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень.

1. Поняття про функціональні ряди та їх збіжність.
2. Поняття про степеневий ряд. Теорема Абеля.
3. Почленне диференціювання і інтегрування степеневого ряду.
4. Ряди Маклорена та Тейлора.
5. Розклад елементарних функцій в степеневі ряди.
6. Наближене обчислення значень функції.
7. Наближене обчислення визначених інтегралів.
8. Приклади застосування степеневих рядів.

4. Структура залікових кредитів з дисципліни “Вища математика”

Структура I залікового кредиту

	Кількість годин					
	Лекц.	Прак-тичні заняття	Індив. роб.	Тренінги	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії						
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	2			4	Тести, завдання
Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування	2	2			4	Тести, завдання
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь	2	2	1	2	4	Тести, завдання
Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки	2	2		2	4	Тести, завдання
Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри	2	2			4	Тести, завдання
Тема 6. Методи та моделі аналітичної геометрії	2	2			4	Тести, завдання
Тема 7. Застосування ліній другого порядку в	2	2			4	Тести, завдання

економічних дослідженнях						
Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі	2	2			4	
Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування	2	2		2	4	Тести, завдання
Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування	2	2	1		4	
Змістовний модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної						
Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.	2	2			4	
Тема 12. Границі та їх застосування в економіці	2	2			4	Тести, завдання
Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.	2	2			4	Тести, завдання
Тема 14. Дослідження функцій.	2	2	1		3	Тести, завдання
Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці	2	2		2	3	

Структура II залікового кредиту

Змістовний модуль 3. Функції багатьох змінних						
Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії	2	2			3	
Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних	2	2	1	2	3	Тести, завдання
Тема 3. Побудова емпіричних формул	2	2		1	3	Тести, завдання
Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем	2	2	1		3	
Змістовний модуль 4. Інтегральне числення						
Тема 5. Невизначений інтеграл	2	2			3	Тести, завдання
Тема 6. Інтегрування раціональних дробів	2	2			3	Тести, завдання
Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій	2	4			3	Тести, завдання

Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення	2	2			3	Тести, завдання
Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування визначених інтегралів	4	2	1	1	3	
Змістовий модуль 5. Економічна динаміка та її моделювання. Ряди						
Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку	2	2		1	3	Тести, завдання
Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку	2	2			3	Тести, завдання
Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.	2	2			3	
Тема 14. Числові ряди та їх збіжність	2	2	1		3	
Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень	2	2			3	
Разом	60	60	7	13	100	

5. Тематика практичних занять

I семестр

Практичне заняття 1.

Тема: Визначники та їх обчислення – 2 год.

Мета: Виробити навички обчислення визначників II, III та вищих порядків з використанням означення та їх властивостей.

Питання для обговорення:

1. Визначники II та III порядку, їх обчислення.
2. Розклад визначників III і вищих порядків за елементами його стрічки (стовпчика).

Практичне заняття 2.

Тема: Матриці та дії над ними – 2 год.

Мета: Навчити виконувати дії над матрицями (додавання, віднімання, множення на число, множення матриць, знаходження оберненої матриці, знаходження рангу). Розвинути вміння застосовувати матриці при розв'язуванні економічних задач.

Питання для обговорення:

1. Дії над матрицями.

2. Обернена матриця та її знаходження.
3. Ранг матриці та його знаходження.
4. Економічні задачі з використанням теорії матриць.

Практичне заняття 3.

Тема: Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь –2 год.

Мета: Навчити розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь методами Крамера, Гаусса, Жордана-Гаусса, з допомогою оберненої матриці.

Питання для обговорення:

1. Поняття про системи лінійних алгебраїчних рівнянь.
2. Правило Крамера.
3. Метод Гаусса та Жордана-Гаусса.
4. Матричний спосіб розв'язування систем рівнянь.

Практичне заняття 3.

Тема: Матричний аналіз в задачах економіки –2 год.

Мета: Ознайомити з матричними моделями економіки: модель Леонтьєва міжгалузевого балансу, знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів та методами їх розв'язування.

Питання для обговорення:

1. Матрична модель Леонтьєва міжгалузевого балансу.
2. Задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.

Практичне заняття 5.

Тема: Методи та моделі векторної алгебри – 2 год.

Мета: Розширити знання з теорії векторної алгебри. Розвинути вміння застосовувати елементи векторної алгебри в економічних задачах.

Питання для обговорення:

1. Вектори. Розклад вектора на компоненти.
2. Дії над векторами, заданими в координатній формі.
3. Скалярний добуток векторів, його властивості. Кут між векторами.
4. Економічні задачі з використанням векторної алгебри.
5. Простір товарів та векторів.

Практичне заняття 6.

Тема: Методи й моделі аналітичної геометрії – 4 год.

Мета: Розширити знання з аналітичної геометрії. Розвинути вміння будувати рівняння прямої на площині та в просторі, рівняння площини та здійснювати їх аналіз. Розглянути модель рівноваги доходів і збитків компаній та навчити знаходити точки рівноваги, області прибутків і збитків.

Питання для обговорення:

1. Різні види рівнянь прямої на площині.
2. Площина та пряма лінія в просторі.

Практичне заняття 7.

Тема: Застосування лінії другого порядку в економічних дослідженнях – 2 год.

Мета: Розширити знання з аналітичної геометрії.. Ознайомити з теорією канонічних ліній другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола. Розглянути модель рівноваги доходів і збитків компаній та навчити знаходити точки рівноваги, області прибутків і збитків.

Питання для обговорення:

1. Поняття про канонічні лінії другого порядку.
2. Модель рівноваги доходів і збитків компаній. Точки рівноваги, області прибутків і збитків

Практичне заняття 8-9.

Тема: Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування . – 4 год.

Мета: Сформувати вміння будувати лінійні оптимізаційні економіко-математичні моделі: модель оптимального розподілу ресурсів, транспортна задача. Навчити застосовувати графічний метод до розв'язування найпростіших задач лінійного математичного програмування.

Питання для обговорення:

1. Графічне зображення лінійних обмежень рівнянь і нерівностей..
2. Знаходження області допустимих значень для основної задачі лінійного програмування.
3. Визначення ліній $\min$ і $\max$ рівня.

Практичне заняття 10.

Тема: Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування – 2 год.

Мета: Навчити зводити задачі лінійного програмування до канонічної форми, використовуючи перетворення симплекс-таблиць. Розвинути вміння реалізації симплексного методу до розв'язування задач лінійного математичного програмування.

Питання для обговорення:

1. Канонічна форма задач лінійного програмування.
2. Побудова початкової симплекс-таблиці і правила реалізації симплексного методу.
3. Критерій оптимальності опорного плану симплекс-таблиці.

Практичне заняття 11-12.

Тема: Функції, границі та їх застосування в економіці. – 4 год.

Мета: Розширити знання про функції та їх застосування в економічній теорії. Розвинути вміння обчислювати границі числових послідовностей та функцій. Навчити застосовувати методи теорії границь в економічних

дослідженнях: обчислення приростів витрат, доходів та прибутків; павутинна модель ринку. Розвинути вміння обчислювати першу та другу визначні границі, досліджувати функцію на неперервність.

Питання для обговорення:

1. Функції та їх застосування в економічній теорії.
2. Числові послідовності та їхні границі.
3. Розкриття найпростіших видів невизначеностей.
4. Застосування границь в економічних дослідженнях.
5. Перша та друга визначна границя.
6. Неперервність функції в точці.

Практичне заняття 13.

Тема: Граничний аналіз економічних процесів. – 2 год

Мета: Розширити знання з диференціального числення. Сформулювати поняття економічного, геометричного та механічного змісту похідної. Навчити знаходити маржинальні витрати, прибутки та доходи. Розвинути вміння знаходження похідних елементарних та складених функцій.

Питання для обговорення:

1. Похідної функції у точці.
2. Економічний, геометричний та механічний зміст похідної.
3. Маржинальний аналіз: маржинальні вартості, доходи та прибутки.
4. Правила диференціювання.
5. Похідні елементарних функцій.
6. Похідна складної функції.
7. Похідні вищих порядків.

Практичне заняття 14.

Тема: Дослідження функції. – 2 год.

Мета: Сформулювати вміння знаходити проміжки монотонності, опуклості, вгнутості, екстремуми функції. Оволодіти методами повного дослідження функції. Навчити використовувати диференціал для наближеного обчислення значень функцій, знаходження границь за правилом Лопітала та еластичностей функцій попиту та пропозиції відносно ціни.

Питання для обговорення:

1. Умови зростання та спадання функції в точці.
2. Необхідні та достатні умови екстремуму.
3. Найбільше та найменше значення функції.
4. Диференціал функції.
5. Правило Лопітала та його застосування.
6. Економічні задачі.

Практичне заняття 15.

Тема: Застосування методів диференціального числення в економіці – 2 год.

Мета: Опанувати методами диференціального числення при розв'язуванні

оптимізаційних задач: знаходження мінімальних витрат та максимального прибутку, оптимізація податкових надходжень та розподілу ресурсів.

Питання для обговорення:

1. Застосування еластичності в економічному аналізі.
2. Застосування похідної при розв'язуванні економічних задач.
3. Оптимізаційні задачі.

II СЕМЕСТР

Практичне заняття 1.

Тема: Поняття функцій багатьох змінних та їх інтерпретація в економічній теорії – 2 год.

Мета: Сформувати поняття функцій багатьох змінних. Розглянути їх застосування в економічній теорії: функція Кобба-Дугласа, рівняння Фішера. Навчити знаходити частинні похідні першого та другого порядку функції двох змінних.

Питання для обговорення:

1. Область визначення, лінії рівня, границі та неперервність функції в точці.
2. Частинні похідні першого та другого порядку функції двох змінних.
3. Градієнт функції та його економічна інтерпретація.
4. Функція Кобба-Дугласа. Рівняння Фішера.

Практичне заняття 2.

Тема: Екстремум функції багатьох змінних – 2 год.

Мета: Навчитися застосовувати частинні похідні в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків, оптимізація розподілу фондів та трудових ресурсів у виробництві. Засвоїти методи знаходження умовного екстремуму функції двох змінних.

Питання для обговорення:

1. Необхідні та достатні умови екстремуму функції двох змінних.
2. Застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва.
3. Умовний екстремум функції багатьох змінних.

Практичне заняття 3.

Тема: Емпіричні формули – 2 год.

Мета: Сформувати поняття лінійних та нелінійних емпіричних залежностей. Розглянути знаходження параметрів лінійної залежності методом найменших квадратів.

Питання для обговорення:

1. Побудова емпіричної лінійної залежності між двома величинами методом найменших квадратів.
2. Побудова емпіричних формул для нелінійних залежностей: параболічна, гіперболічна, показникові, степенева.

Практичне заняття 4.

Тема: Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем. – 2 год.

Мета: Сформувати вміння будувати нелінійні оптимізаційні економіко-математичні моделі. Навчити застосовувати графічний та аналітичний методи до розв'язування задач нелінійного математичного програмування.

Питання для обговорення:

1. Задачі нелінійного математичного програмування.
2. Знаходження розв'язків задач математичного програмування для лінійної цільової функції і нелінійної системи обмежень.
3. Знаходження розв'язків задач математичного програмування для нелінійної цільової функції і лінійної системи обмежень.
4. Умовний екстремум функції багатьох змінних. Метод Лагранжа для розв'язування нелінійних задач математичного програмування.

Практичне заняття 5.

Тема: Невизначений інтеграл та методи його обчислення – 2 год.

Мета: Розширити уявлення первісної функції та невизначеного інтеграла. Оволодіти методами обчислення невизначених інтегралів: безпосереднього інтегрування, підстановкою та частинами. Навчити знаходити витрати та прибутки виробництва за їхніми маржинальними значеннями.

Питання для обговорення:

1. Первісна функція.
2. Невизначений інтеграл та його властивості.
3. Безпосереднє інтегрування.
4. Метод підстановки (заміна змінної).
5. Інтегрування частинами.
6. Знаходження витрат та прибутків виробництва за їхніми маржинальними значеннями.

Практичне заняття 6.

Тема: Інтегрування раціональних дробів – 2 год.

Мета: Розглянути поняття раціонального дробу. Оволодіти методом невизначених коефіцієнтів при розкладі раціонального дробу на прості дроби. Навчитися інтегрувати правильні та неправильні раціональні дроби.

Питання для обговорення:

1. Інтегрування найпростіших раціональних дробів.
2. Розклад правильних і неправильних раціональних дробів на прості.
3. Приклади інтегрування раціональних дробів.

Практичне заняття 7.

Тема: Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій – 2 год.

Мета: Оволодіти методами інтегрування тригонометричних функцій та найпростіших ірраціональностей. Розглянути універсальну та тригонометричні підстановки.

Питання для обговорення:

1. Інтегрування тригонометричних функцій.
2. Універсальна підстановка.
3. Інтегрування найпростіших ірраціональностей.
4. Тригонометричні підстановки.

Практичне заняття 8.

Тема: Визначений інтеграл та методи його обчислення - 2 год.

Мета: Розглянути задачі, які приводять до поняття визначеного інтеграла: про площу криволінійної трапеції; про об'єм виробництва із змінною продуктивністю праці. Засвоїти методи обчислення визначених інтегралів.

Питання для обговорення:

1. Визначений інтеграл та його основні властивості.
2. Формула Ньютона-Лейбніца.
3. Методи обчислення визначеного інтеграла.

Практичне заняття 9-10.

Тема: Економічні та геометричні застосування визначеного інтеграла— 2 год.

Мета: Розвинути вміння обчислення площ плоских фігур та об'ємів тіл обертання. Навчити застосовувати визначених інтегралів при розв'язуванні економічних задач: дослідження розподілу доходів населення та нерівномірного розподілу прибуткового податку (коефіцієнт Джіні); знаходження швидкості зміни витрат, доходу, прибутку підприємства.

Питання для обговорення:

1. Обчислення площ плоских фігур та об'ємів тіл обертання.
2. Застосування визначених інтегралів при розв'язуванні економічних задач:
 - а) в динамічних процесах;
 - б) у фінансових задачах.
3. Задачі про витрати, дохід, прибуток.
4. Оцінка ступеня нерівномірності розподілу доходів та прибуткового податку населення.
5. Обчислення невластивих інтегралів.

Практичне заняття 11-12.

Тема: Розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку – 4 год.

Мета: Сформулювати поняття диференціальних рівнянь. Навчити розв'язувати диференціальні рівняння з відокремлювальними змінними, лінійні та однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Розглянути задачі, які приводять до диференціальних рівнянь першого порядку.

Питання для обговорення:

1. Диференціальних рівнянь з відокремлювальними змінними. Задача Коші.
2. Лінійні диференціальні рівняння.

3. Однорідні диференціальні рівняння
4. Економічні задачі: задача про нагромадження капіталу; задача про рух фондів; задача про рекламу.

Практичне заняття 13.

Тема: Лінійні диференціальні рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами – 2 год.

Мета: Сформувати поняття диференціальних рівнянь другого порядку. Навчити розв'язувати лінійні однорідні та неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку. Розглянути задачу Коші; динамічну модель Кейнса.

Питання для обговорення:

1. Розв'язування лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами.
2. Розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь II-го порядку з постійними коефіцієнтами.
3. Задача Коші.
4. Динамічна модель Кейнса.

Практичне заняття 14.

Тема: Числові ряди та їх збіжність. Достатні ознаки збіжності числових рядів – 2 год.

Мета: Сформувати поняття про додатні та знакозмінні числові ряди. Засвоїти ознаки їх збіжності.

Питання для обговорення:

1. Необхідна умова збіжності числового ряду.
2. Достатні ознаки збіжності числових рядів.
3. Ряд геометричної прогресії.
4. Знакозмінні ряди.
5. Абсолютна та умовна збіжність.

Практичне заняття 15.

Тема: Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів – 2 год.

Мета: Сформувати поняття про степеневі ряди. Навчити знаходити область збіжності степеневих рядів. Розглянути застосування розкладів функцій в ряди Маклорена при наближених обчисленнях значень функцій, границь та визначених інтегралів.

Питання для обговорення:

1. Радіус та область збіжності степеневих рядів.
2. Розклади функцій в ряди Маклорена і Тейлора.
3. Наближене обчислення значень функцій.
4. Наближене обчислення визначених інтегралів.
5. Приклади застосування степеневих рядів.

6.Тренінги з дисципліни.

Мета тренінгу з дисципліни «Вища математика» – формування у студентів практичних навичок та вмінь застосовувати математичні методи для розв’язування прикладних задач.

Проведення тренінгу дозволяє: забезпечити практичне засвоєння теоретичних знань, отриманих у процесі вивчення дисципліни «Вища математика»; виробити у студентів навички вибору математичних методів для проведення математичного аналізу.

Тематика: Застосування математичного апарату для розв’язування економічних задач.

1. Економічні задачі на використання лінійної алгебри:
 - а) задача міжгалузевого балансу;
 - б) задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.
2. Елементи фінансової математики та математичної економіки:
 - а) обчислення простих і складних відсотків;
 - б) задачі на розрахунок ренти і погашення боргу;
 - в) задачі на обчислення неперервних відсотків;
 - г) дисконтування по простих і складних відсоткових ставках.
3. Задачі економіки з використанням похідних:
 - а) еластичність попиту відносно ціни і прибутку;
 - б) еластичність пропозиції;
 - в) еластичність повних і середніх затрат.
4. Застосування функцій багатьох змінних в економіці:
 - а) застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва;
 - б) Функції Кобба-Дугласа. Рівняння Фішера;
 - в) еластичність функції багатьох змінних.
5. Застосування визначеного інтеграла при розв’язуванні економічних задач:
 - а) максимізація прибутку за часом;
 - б) задачі про витрати, дохід прибуток;
 - в) обчислення коефіцієнта Джіні при знаходженні нерівномірності розподілу доходів та прибуткового податку населення.
6. Застосування диференціальних рівнянь при розв’язуванні економічних задач:
 - а) задача на витрати виробництва;
 - б) задача на знаходження кількості населення;
 - в) задача на знаходження величини банківського вкладу;
 - г) задача на зростання інвестицій;
 - д) задачі на знаходження еластичності попиту.

7. Самостійна робота.

Для успішного вивчення і засвоєння дисципліни «Вища математика»

студенти повинні володіти значним обсягом інформації, частину якої вони отримують і опрацьовують шляхом самостійної роботи. Самостійна робота полягає в знаходженні необхідної чи додаткової інформації з різних джерел.

Для набуття умінь самостійного мислення і самоконтролю студенти виконують комплексне завдання з дисципліни «Вища математика», яке включає завдання з основних тем дисципліни, виконується самостійно кожним студентом згідно методичних рекомендацій [2]. Метою виконання комплексного завдання є вироблення у студентів здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, засвоєння знань з вищої математики та їх застосування для розв'язування конкретних математичних та прикладних задач.

Комплексне завдання з дисципліни Вища математика виконується кожним студентом згідно варіанту завдань із методичних вказівок «Комплексні практичні індивідуальні завдання з курсу «Вища математика», що охоплюють всі основні теми дисципліни:

1. Задачі з лінійної алгебри, лінійного програмування та аналітичної геометрії (теми 1-5), при розв'язанні яких слід використати відповідно різні способи обчислення визначників, розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь за правилом Крамера, методом Гаусса та матричним методом, володіти графічним методом розв'язування задач ЛП, вміти застосовувати різні види рівнянь прямої на площині і в просторі.

2. Задачі на математичний аналіз функції однієї змінної (теми 6-8), розв'язання яких вимагає чітке розуміння границі функції та її похідної, вміння застосовувати правила диференціювання та досліджувати функцію на екстремум.

3. Задачі на функцію багатьох змінних (теми 9-11), її задання, знаходження частинних похідних 1-го та 2-го порядків, вміння застосувати їх до знаходження екстремуму функції двох змінних, володіти методом найменших квадратів для знаходження емпіричних формул.

4. Задачі на інтегральне числення (теми 12-13), при розв'язуванні яких потрібно знаходити первісну функцію, визначені інтеграли та підбирати правильні способи їх розв'язування.

5. Задачі на диференціальні рівняння та ряди (теми 14-15), розв'язування яких вимагає чітке розуміння різниці між рівняннями з відокремлюваними змінними та лінійними рівняннями 1-го порядку, вмінням застосовувати задачу Коші, розрізняти числові ряди від функціональних та досліджувати їх на збіжність.

Критерії оцінювання завдань:

90–100 балів – завдання виконано вірно, наведено теоретичне обґрунтування розв'язку,

наведено висновки щодо отриманих результатів обчислень.

75–89 балів – завдання виконано, допускаються незначні помилки при розв'язанні,

недостатньо обґрунтовані результати обчислень.

60–74 бали – завдання виконане із помилками або лише частково виконане завдання.

1–59 балів – обсяг виконання завдання низький, припускаються значні помилки у розрахунках; відсутнє обґрунтування результатів обчислень.

Загальна оцінка за самостійну роботу визначається як середнє арифметичне усіх оцінок, отриманих під час оцінювання результатів комплексного завдання.

8. Методи навчання.

У навчальному процесі застосовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, консультації, самостійна робота, метод опитування, тестування, тренінг.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни “Вища математика” використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- оцінювання модульних робіт;
- оцінювання тренінгу;
- оцінювання самостійної роботи;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

10. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів і перескладання. Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу дирекції факультету за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності. Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонено.

Політика щодо відвідування. Відвідування занять є обов’язковим компонентом оцінювання. За об’єктивних причин (наприклад, карантин, військовий стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції факультету.

11. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Вища математика” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Для заліку

Заліковий модуль 1		Заліковий модуль 2		Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4
10%	20%	10%	30%	10%	20%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота
Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 1-ої по 7-у тему. Кожен здобувач має отримати по 3-4 оцінки.	Модульна контрольна робота складається з 5 задач – (макс. по 20 балів за кожну)	Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 8-ої по 15-у тему. Кожен здобувач має отримати по 3-4 оцінки	Модульна контрольна робота складається з 5 задач – (макс. по 20 балів за кожну)	Оцінка за виконане завдання.	Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання завдань самостійної роботи

Для екзамену

Заліковий модуль 1		Заліковий модуль 2		Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4	Заліковий модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 1-ої по 7-у тему. Кожен здобувач має отримати по 3-4 оцінки.	Модульна контрольна робота складається з 5 задач – (макс. по 20 балів за кожну)	Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 8-ої по 15-у тему. Кожен здобувач має отримати по 3-4 оцінки	Модульна контрольна робота складається з 5 задач – (макс. по 20 балів за кожну)	Оцінка за виконане завдання	Оцінка визначається, як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання завдань самостійної роботи	Тестові завдання (10 тестів по 1 балу за тест) – макс. 10 балів; Три задачі – макс. 30 балів кожна

Шкала оцінювання:

За шкалою	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)

35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов’язковим повторним курсом)

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1	Excel	семестр 1, тема 2
2	Excel	семестр 1, тема 2
3	Система динамічної математики Geogebra	семестр 1, тема 15
4	Система динамічної математики Geogebra	семестр 2, тема 1
5	Система динамічної математики Geogebra	семестр 2, тема 2
6	Система дистанційного навчання ЗУНУ <i>moodle.wunu.edu.ua</i>	семестр 1, 2

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Вища математика (тексти лекцій та індивідуальні завдання для студентів-заочників). За редакцією Шинкарика М.І. Тернопіль, вид-во “Збруч”, 2005. - 216 с.
2. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Лесик О.Ф., Неміш В.М., Новосад І.Я., Пласконь С.А., Шинкарик М.І. Комплексні практичні індивідуальні завдання з вищої математики. — Тернопіль: Економічна думка, 2021. (методична розробка)-доповнене видання. Електронний комплекс в системі MOODLE. — 101 с.
3. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Єрмоєнко В.О., Лесик О.Ф., Неміш В.М., Пласконь С.А., Шинкарик М.І. Методичні вказівки для проведення тренінгів з вищої математики. Тернопіль : ТНЕУ, 2021. (методична розробка)-доповнене видання. Електронний комплекс в системі MOODLE. - 104 с.
4. Неміш В. М., Процик А. І., Березька К. М. Практикум з вищої математики. Навч. посібник., 3-тє видання. – Тернопіль: ТНЕУ в-во «Економічна думка», 2010. – 304с.
5. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Єрмоєнко В.О., Лесик О.Ф., Неміш В.М., Пласконь С.А., Шинкарик М.І. Тестові завдання з вищої математики. — Тернопіль: Економічна думка, 2016. — 65 с.
6. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Лесик О.Ф., Неміш В.М., Новосад І.Я., Шинкарик М.І. Вища математика у прикладах і задачах для економістів. – Тернопіль: ТНЕУ, 2017. – 148 с.
7. Барковський В.В. Вища математика для економістів / В.В.Барковський, Н.В.Барковська. - В-во : Цент навчальної літератури, 2017. - 448 с.
8. Клепко В. Ю. Вища математика в прикладах і задачах / В. Ю. Клепко, В. Л. Голець - В-во: Центр навчальної літератури, 2017. - 594 с.

9. Лиман Ф. Вища математика: навч. посібн. у 2-х частинах / Федір Лиман, Віталій Власенко, Світлана Петренко. - В-во : Університетська книга, 2018.- 614 с.
10. Лиходєєва Г. Диференціальні рівняння (працюємо самостійно) / Ганна Лиходєєва, Катерина Пастирєва. - В-во: Центр навчальної літератури, 2018.- 144 с.
11. Приймак В.І. Математичні методи економічного аналізу / В.І. Приймак. - В-во: Центр навчальної літератури, 2017.- 296 с.
12. Турчанінова Л. І. Вища математика в прикладах і задачах / Л. І. Турчанінова, О.В. Доля - В-во: Центр навчальної літератури, 2018.- 348 с.
13. Differential and Integral Calculus for One Variable Functions. / L.V. Kurpa, T.V.Shmatko. Differential and Integral Calculus for One Variable Functions: Textbook. – Kharkiv: NTU KhPI: 2017. – 324 pages.
<https://chmnu.edu.ua/wpcontent/uploads/2016/04/Matematika-dlya-ekonomistiv-Vishha-matematikaanglijskoyu-movoyu-1.pdf>
14. Urban P., Martin D., Haese R., Haese S., Haese M. (2008). Mathematics for the International Student: IB Diploma HL Core. 2nd edition. Publisher: Haese & Harris. 2008. August 15. 936 p.
15. «Linear Algebra, Vector Algebra, Analytic Geometry: textbook on Sections.». - 2009.<http://www.dut.edu.ua/ua/lib/6/category/725/view/351>
16. Гавдзинский В. Н., Коробова Л. Н.. «Integral calculus. Differential equations and their applications.». - 2008.<http://www.dut.edu.ua/ua/lib/6/category/725/view/350>
17. Gavdzinski V.N., Korobova L.N., Maltseva E.V.. «Functions of several variables: Textbook.». 2012. <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/6/category/725/view/349>
18. Гавдзинский В. Н., Коробова Л. Н. Гавдзинский В. Н., Коробова Л. Н.. «Educational Aid on Elementary Mathematics. Modul №1. Arithmetic, Algebra, Complex Numbers, Limits of Function Values.». 2008. <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/6/category/725/view/348>
19. В.Н.Гавдзинский, Л.Н.Коробова. «Differential calculus. Functions of one variable: textbook for students studying a course of higher mathematics in English.». - 2011. <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/6/category/725/view/346>