

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан соціально-гуманітарного факультету

_____ Оксана ГОМОТЮК

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи

_____ Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ _____ ” _____ 2023 р.

Директора навчально-наукового інституту
новітніх освітніх технологій

_____ Святослав ПИТЕЛЬ

“ _____ ” _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Вища математика»

ступінь вищої освіти - бакалавр

галузь знань – 02 Культура і мистецтво

спеціальність – 022 Дизайн

освітньо-професійна програма – Графічний дизайн

кафедра прикладної математики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС, год.	Тренінг, КПЗ год.	СРС, год.	Разом, год.	Залік (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	1	1	30	30	4	8	48	120	—	1
Заочна	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Тернопіль - ЗУНУ

2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 02 Культура і мистецтво, спеціальності 022 Дизайн затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23.06.2023 року).

Робочу програму склав доцент кафедри прикладної математики,
канд.техн.наук Іван НОВОСАД

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики,
протокол №1 від 28 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри

Олеся МАРТИНЮК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 022 Дизайн, протокол №1 від 30.08.2023 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності

Роман П'ЄХ

Гарант ОПП

Роман П'ЄХ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Вища математика»

1. Опис дисципліни «Вища математика»

Дисципліна «Вища математика»	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 4	Галузь знань – 02 Культура і мистецтво	Статус дисципліни блок обов'язкових дисциплін, цикл загальної підготовки Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 022 Дизайн	Рік підготовки: <i>денна</i> – перший Семестр: <i>денна</i> – перший
Кількість змістових модулів – 2	Освітньо-професійна програма – Графічний дизайн	Лекції: <i>денна</i> – 30 год Практичні заняття: <i>денна</i> – 30 год.
Загальна кількість годин – 120	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>денна</i> – 48 год Тренінг, КПЗ: <i>денна</i> – 8 год Індивідуальна робота <i>денна</i> – 4 год
Тижневих годин: I семестр – 7 год, з них 4 год аудиторних (лекції – 2 год, практичні заняття – 2 год),		Вид підсумкового контролю: I семестр – екзамен

2. Мета і завдання вивчення дисципліни «Вища математика»

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни «Вища математика» є ознайомлення з основами математичного апарату інформаційної діяльності, необхідного для застосування в професійній сфері діяльності.

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 спеціалістів.

Оволодіння курсом повинно виробити у студентів навички практичного використання математичних методів, формул та таблиць в процесі розв'язання прикладних задач.

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

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Формування у студентів системи теоретичних знань, необхідних для розв'язування теоретичних і практичних задач обробки інформаційних потоків, виробити навички математичного дослідження прикладних задач та складанні логічно-структурних схем в сфері дизайну.

Головним завданням дисципліни «Вища математика» є вивчення загальних закономірностей та зв'язку між різними величинами і їх застосування в різного роду прикладних дослідженнях.

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. Сформувати у студентів цілісну систему теоретичних знань з дисципліни «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 математичних прикладних питань: переклад реальної задачі на адекватну математичну мову, вибір оптимального методу дослідження, інтерпретація результату дослідження та оцінка його точності; формувати навички доведення розв'язання задачі до кінцевого результату – числа, графіка, точного якісного висновку і т.д., застосовуючи при цьому обчислювальні засоби, таблиці, довідники; формувати вміння самостійно розбиратися у математичному апараті, який застосовується у літературі зі спеціальності; розвивати аналітичне мислення, виховувати у студентів прикладну математичну культуру, необхідну інтуїцію та ерудицію у питаннях застосування математики; вміння використовувати отримані знання в подальшому для фахових досліджень

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

- Здатність застосовувати знання прикладних наук у професійній діяльності.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Базові знання та вміння із: алгебри та початків аналізу; геометрії; інформатики.

2.5. Програмні результати навчання

- Аналізувати, стилізувати, інтерпретувати та трансформувати об'єкти для розроблення художньо-проектних вирішень.

3. Програма навчальної дисципліни «Вища математика»

I - семестр

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

Тема 1. Елементи теорії визначників

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

Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування

Визначення матриці, їх види. Дії над матрицями. Обернена матриця та її знаходження. Поняття про ранг матриці та його обчислення. Задачі з використанням теорії матриць.

Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Системи лінійних рівнянь та їх розв'язки. Правило Крамера. Метод Гаусса та Жордана-Гаусса. Матричний спосіб розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь на сумісність. Теорема Кронекера-Капеллі. Однорідні системи лінійних рівнянь.

Тема 4. Методи та моделі векторної алгебри

Види систем координат на площині і в просторі. Віддаль між двома точками. Поділ відрізка в заданому відношенні. Поняття вектора. Проекція вектора на вісь та її властивості. Розклад вектора на компоненти. Дії над векторами, заданими в координатній формі. Скалярний добуток векторів та його властивості. Кут між двома векторами. Умови паралельності і перпендикулярності векторів. Лінійна залежність і незалежність векторів.

Тема 5. Методи й моделі аналітичної геометрії

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

Тема 6. Криві другого порядку

Поняття про канонічні лінії другого порядку. Канонічні рівняння кола, еліпса, гіперболи і параболі. Дослідження форми ліній другого порядку.

Тема 7. Концептуальні аспекти математичного моделювання

Принципи та етапи побудови математичних моделей. Постановка задач лінійного програмування. Основна задача лінійного програмування 1 (з обмеженнями рівностями). Основна задача лінійного програмування 2 (з обмеженнями нерівностями). Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування.

Тема 8. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування

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

Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної

Тема 9. Границі та їх застосування

Абсолютна величина числа та її властивість. Окіл точки. Поняття функції та її властивості. Класифікація функцій. Поняття границі числової послідовності. Поняття про границі функції в точці. Односторонні границі. Основні теореми про границі числових послідовностей та функцій. Дві визначні границі. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву. Властивості неперервних функцій на відрізку.

Тема 10. Диференціальне числення функцій однієї змінної

Визначення похідної функції в точці. Геометричний та механічний зміст похідної. Правила диференціювання суми, добутку і частки функцій. Похідні елементарних функцій. Таблиця похідних. Похідна складної функції. Похідні вищих порядків. Основні теореми про диференційовані функції. Диференціал функції та його застосування.

Тема 11. Дослідження функцій

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

Тема 12. Застосування методів диференціального числення.

Застосування еластичності в аналізі результатів. Застосування похідної при розв'язуванні задач. Оптимізаційні задачі.

4. Структура залікових кредитів з дисципліни «Вища математика» денна форма навчання

Структура I залікового кредиту

Тема	Кількість годин					Контрольні заходи
	Лекції	Практичні заняття	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	
Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії						
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	2	2	4	2	Поточне опитування
Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування	2	2			3	
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь	4	2			3	
Тема 4. Методи та моделі векторної алгебри	2	2			3	
Тема 5. Методи та моделі аналітичної геометрії	2	2			5	
Тема 6. Криві другого порядку	2	2			2	
Тема 7. Концептуальні аспекти математичного моделювання	4	4			8	
Тема 8. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування	2	2			2	
Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної						
Тема 9. Границі та їх застосування	4	4	2	4	8	Поточне опитування
Тема 10. Диференціальне числення функцій однієї змінної	2	2			6	
Тема 11. Дослідження функції	2	2			4	
Тема 12. Застосування методів диференціального числення	2	4			2	
Всього	30	30	4	8	48	

5. Тематика практичних занять з дисципліни «Вища математика»

Денна форма I СЕМЕСТР

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

Практичне заняття 1

Тема 1. Елементи теорії визначників

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 2. Матриці і задачі оптимального планування

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. Задачі з використанням теорії матриць.

Практичне заняття 3

Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь

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

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.
5. Практичні задачі.

Практичне заняття 4

Тема 4. Методи та моделі векторної алгебри

Мета: Розширити знання з теорії векторної алгебри.

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. Задачі з використанням векторної алгебри.

Практичне заняття 5

Тема 5. Методи й моделі аналітичної геометрії

Мета: Розширити знання з аналітичної геометрії. Розвинути вміння будувати рівняння прямої на площині та в просторі, рівняння площини та здійснювати їх аналіз.

Питання для обговорення:

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

Тема 6. Криві другого порядку

Мета: Ознайомити з теорією канонічних ліній другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола.

Питання для обговорення:

1. Поняття про канонічні лінії другого порядку.
2. Дослідження форми ліній другого порядку.

Практичне заняття 7, 8

Тема 7. Концептуальні аспекти математичного моделювання процесів

Мета: Сформувати вміння будувати лінійні оптимізаційні математичні моделі. 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.
4. Модульна робота

Практичне заняття 9

Тема 8. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування

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. Алгоритм симплексного методу.
3. Критерій оптимальності опорного плану симплекс-таблиці.

Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної

Практичне заняття 10, 11

Тема 9. Границі та їх застосування

Мета: Розширити знання про функції та їх застосування. Розвинути вміння обчислювати границі числових послідовностей та функцій. Розвинути вміння обчислювати першу та другу визначні границі, досліджувати функцію на неперервність. Навчити застосовувати методи теорії границь в дослідженнях.

Питання для обговорення:

1. Функції та їх властивості.
2. Числові послідовності та їхні границі.
3. Розкриття найпростіших видів невизначеностей.
4. Перша та друга визначна границі.
5. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву.
6. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів.

Практичне заняття 12

Тема 10. Диференціальне числення функцій однієї змінної

Мета: Розширити знання з диференціального числення. Сформувати поняття геометричного та механічного змісту похідної. Розвинути вміння знаходження похідних елементарних та складених функцій.

Питання для обговорення:

1. Похідна функції у точці.
2. Геометричний та механічний зміст похідної.
3. Правила диференціювання.
4. Похідні елементарних функцій. Похідна складної функції.
5. Похідні вищих порядків.

Тема 11. Дослідження функції

Мета: Сформувати 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.

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. Правило Лопітала та його застосування.
5. Задачі.

Практичне заняття 14, 15

Тема 12. Застосування методів диференціального числення

Мета: Опанувати методами диференціального числення при розв'язуванні оптимізаційних задач.

Питання для обговорення:

1. Застосування еластичності в аналізі розв'язків.
2. Оптимізаційні задачі.
3. Ректорська контрольна робота

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Варіанти КПЗ з дисципліни «Вища математика» виконуються кожним студентом згідно розподілених варіантів завдань. Завдання студенти вибирають із методичних рекомендацій [6].

Метою виконання КПЗ є оволодіння методами вищої математики та їх застосування для розв'язування конкретних математичних задач. При виконанні та оформленні КПЗ студент використовує підручник з вищої математики, відповідні методичні вказівки та комп'ютерну техніку.

7. Тренінг з дисципліни

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

8. Самостійна робота студентів

З метою засвоєння дисципліни «Вища математика» студенти повинні володіти значним обсягом інформації, частину якої вони отримують і опрацьовують шляхом самостійної роботи.

№ п/п	Тематика
1	Визначники n -го порядку та їх обчислення
2	Методи знаходження оберненої матриці
3	Ранг матриці та його знаходження

4	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь та їх розв'язки
5	Дослідження системи лінійних алгебраїчних рівнянь на сумісність
6	Побудова матричних математичних моделей
7	Вектори та дії над векторами. Проекція вектора на числову вісь та її властивості. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами
8	Пряма лінія на площині. Різні види рівнянь прямої. Кут між двома прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих
9	Загальне рівняння прямої та його дослідження. Віддаль точки до прямої
10	Кут між двома площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин
11	Різні види рівнянь прямої в просторі. Кут між двома прямими в просторі
12	Канонічні рівняння еліпса, гіперболи, параболи. Застосування кривих другого порядку в дослідженнях
13	Загальна постановка задачі математичного програмування та їх класифікація. Загальна задача лінійного програмування
14	Перша та друга стандартні форми задачі ЛП. (Основна задача лінійного програмування з обмеженнями-рівностями та з обмеженнями-нерівностями)
15	Випуклі множини (означення, приклади), розв'язок нерівності на координатній площині. Багатокутник розв'язків системи обмежень-нерівностей та його побудова.
16	Знаходження оптимальних вершин багатокутника розв'язків. Обчислення екстремального значення цільової форми
17	Поняття циклу, циклу перерахунку, означеного циклу. Алгоритм методу потенціалів
18	Канонічна форма задачі ЛП. Критерій оптимальності опорного плану за симплекс-таблицею для задач max і min. Симплекс-метод розв'язування ЗЛП
19	Числова послідовність. Границя числової послідовності
20	Обчислення простих та складних відсотків. Використання показникової функції при обчисленні неперервних відсотків
21	Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу
22	Основні теореми про границі числових послідовностей
23	Основні теореми про границі функції в точці
24	Дві визначні (чудові) границі
25	Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву
26	Геометричний, механічний зміст похідної
27	Правила диференціювання. Похідна суми, добутку та частки функцій
28	Похідна від складної функції. Похідні вищих порядків
29	Диференціал функції та його застосування
30	Теорема Ролля і Лагранжа
31	Зростання та спадання функції на проміжку
32	Екстремум функцій. Необхідна та достатні умови екстремуму
33	Опуклість і вгнутість графіка функції. Точки перегину. Повне дослідження функції та побудова її графіка
34	Правило Лопітала
35	Визначення функції багатьох змінних. Функція двох змінних та її графічне зображення. Функція Кобба-Дугласа
36	Частинні похідні першого порядку. Градієнтфункції
37	Похідні вищих порядків функції багатьох змінних
38	Екстремум функції двох змінних. Необхідні та достатні умови екстремуму

39	Емпіричні формули. Побудова формули лінійної залежності методом найменших квадратів. Параболічна та гіперболічна залежність
40	Загальна постановка задачі нелінійного програмування (ЗНЛП)
41	Необхідні умови екстремуму задачі НЛП без обмежень
42	Достатні умови екстремуму задачі НЛП без обмежень
43	Дослідження задачі НЛП на умовний екстремум

9. Методи навчання

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

10. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- поточне опитування та тестування;
- оцінювання результатів модульної контрольної роботи;
- оцінювання результатів ректорської контрольної роботи;
- оцінювання результатів КПЗ;
- екзамен.

11. 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, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції факультету.

12. 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 екзамену

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом (%)
20%	20%	20%	40%	100
Опитування під час занять (7 тем) 5 балів за тему – макс. 35 балів Модульна контрольна робота – макс. 65 балів	Опитування під час занять (6 тем) 5 балів за тему – макс. 30 балів Модульна контрольна робота – макс. 70 балів	Підготовка КПЗ – макс. 40 балів Захист КПЗ – макс. 40 балів Участь у тренінгах – макс. 20 балів	Тестові завдання (10 тестів по 1 балу за тест) – макс. 10 балів Теоретичне питання – макс. 10 балів Задачі (4 задачі) – по 20 балів, макс. 80 балів	100

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	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)

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

№	Найменування	Номер теми
1.	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі онлайн (за необхідності)	1–15, сем. 1
2.	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1–15, сем. 1
3.	Система динамічної математики Geogebra	12, сем.1; 1, 2, 9, сем.1
4.	Інструменти Microsoft Office (Excel)	3, сем 1

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Барковський В.В., Барковська В.В. Вища математика для економістів: навч. посіб. Київ: ЦУЛ, 2019. 456 с.
2. Зайцев Є.П. Вища математика: інтегральне числення функцій однієї та багатьох змінних, звичайні диференціальні рівняння, ряди: навч. посіб. Київ: Алерта, 2018. 608 с.
3. Железняк Г., Литвин І., Конончук О. Вища математика. В-во: Центр навчальної літератури, 2019. 368 с.
4. Клепко В., Голець В. Вища математика в прикладах і задачах. В-во: Центр навчальної літератури, 2019. 594 с.
5. Козак Ю., Мацкул В. Математичне моделювання для економістів. В-во: Центр навчальної літератури, 2019. 254 с.
6. Комплексні практичні індивідуальні завдання з вищої математики / А.М. Алілуйко та ін., Тернопіль: ЗУНУ, 2021. 102 с.
7. Лиман Ф., Власенко В., Петренко С. Вища математика: навч. посіб. у 2-х частинах. Київ: Університетська книга, 2018. 614 с.
8. Лиходєєва Г., Пастирєва К. Диференціальні рівняння: працюємо самостійно: навч. посіб. Ч.І. Київ: ЦУЛ, 2018. 144 с.
9. Методичні вказівки для проведення тренінгів з вищої математики / А.М. Алілуйко та ін., Тернопіль: ЗУНУ, 2021. 104 с.
10. Мохонько А., Чижиков І. Аналітичні функції-розв'язки диференціальних рівнянь. В-во: Львівська політехніка, 2021. 524 с.
11. Приймак В.І. Математичні методи економічного аналізу. В-во: Центр навчальної літератури, 2017. 296 с.
12. Прикладна математика. Частина І: навч. посіб. / Р.В. Руська та ін. Тернопіль, 2020. 98 с.
13. Турчанинова Л. І., Доля О.В. Вища математика в прикладах і задачах: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2018. 348 с.
14. Differential and Integral Calculus for One Variable Functions: Textbook / L.V. Kurpa, T.V.Shmatko. Kharkiv: NTU KhPI: 2017. 322 pages.
15. Leydold J. Mathematics 1 for Economics: Linear Spaces and Metric Concepts. Institute for Statistics and Mathematics: WU Wien, 2022. 109 p. URL: https://statmath.wu.ac.at/courses/mvw_math1/download/Mathematics_1_oneside.pdf
16. Leydold J. Mathematics 2 for Economics: Analysis and Dynamic. Optimization. Institute for Statistics and Mathematics: WU Wien, 2022. 174 p. URL: https://statmath.wu.ac.at/courses/mvw_math2/download/Mathematics_2_oneside.pdf