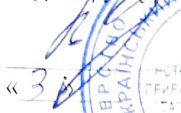


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**


ЗАТВЕРЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту інноватики, протектористування та інфраструктури

«31»  Василь БРИЧ
«31» 06.2023 р.

ЗАТВЕРЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту лівітних освітніх технологій

«31»  Святослав ПИТЕЛЬ
«31» 06.2023 р.

ЗАТВЕРЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи

«31»  Віктор ОСТРОВЕРХОВ
«31» 06.2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«Вища математика»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 19 Архітектура та будівництво

спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія

освітньо-професійна програма – «Будівельна інженерія»

Кафедра прикладної математики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції	Практичні заняття	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Разом.	Занік (сем)	Екзамен (сем)
Денна	1	1, 2	60	60	7	16	67	210	1	2
Заочна	1	1, 2	16	8	—	—	186	210	2	2

31.06.2023

Тернопіль – 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань – 19 Архітектура та будівництво, спеціальності – 192 Будівництво та цивільна інженерія, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23.06.2023р.).

Робочу програму склала доцент кафедри прикладної математики, канд. фіз.-мат. наук Василь НЕМІШ.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики, протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Завідувач кафедри
МАРТИНІОК



Олеся

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, протокол № 1 від 30.08, 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності



Олена ЗАХАРЧУК

Гарант ОПІ



Олена ЗАХАРЧУК

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

1. Опис дисципліни “Вища математика”

Дисципліна – Вища математика	Галузь знань, спеціальність	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 7	Галузь знань -19 Архітектура та будівництво	Статус дисципліни обов'язкова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів - 7	Спеціальність - 192 Будівництво та цивільна інженерія	Рік підготовки: денна – 1 заочна – 1 Семестр: денна – 1,2 заочна – 1,2
Кількість змістових модулів - 5	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: денна - 60 год. заочна – 16 год. Практичні заняття: денна –60 год. заочна – 8 год.
Загальна кількість годин – Денна форма навчання – 210 Заочна форма навчання - 210	Освітньо-професійна програма «Будівельна інженерія»	Самостійна робота: денна – 67 год. заочна – 186 год. Індивідуальна робота – 7 год. Тренінг, КПЗ – 16 год.
Тижневих годин: Денна форма навчання I 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 системи теоретичних знань і практичних навичок з основ математичного апарату, яка використовується під час планування, організації та управління виробництвом, системного аналізу економічних структур та технологічних процесів.

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 економістів і є основою вивчення економіко-математичного моделювання, а також економічних дисциплін (статистика, мікроекономіка, економічний аналіз і т.д.).

Головним завданням курсу “Вища математика” є вивчення загальних закономірностей та зв'язку між різними величинами їх застосування до конкретних прикладних 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

2.5. Результати навчання.

В результаті вивчення дисципліни “Вища математика” студент повинен:

- Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв’язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.
- Проектувати та реалізовувати технологічні процеси будівельного виробництва, використовуючи відповідне обладнання, матеріали, інструменти та методи.
- Використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції.
- Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв’язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.
- Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об’єктів будівництва та їх експлуатації.
- Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв’язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації).

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.

Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування.

1. Визначення матриці, їх 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.

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки.

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

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 6, 7, 8, 10, 12

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.
8. Модель рівноваги ринку.
9. Модель рівноваги доходів і збитків компаній. Точки рівноваги, області прибутків і збитків
10. Бюджетні множини й лінії бюджетних обмежень.

Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 7. Застосування лінії другого порядку в економічних дослідженнях.

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

Література 6, 7, 8, 10, 12

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).

Література 9,13

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 ЗЛП.

Література 9, 13

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.
- Література 9,13

Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної

Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 12. Границі та їх застосування в економіці.

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

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 функцій.
5. Необхідна і достатня умова існування точки перегину графіка функції.
6. Повне дослідження функції та побудова графіка.

Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці.

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

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

II – семестр

Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних

Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії.

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.

Література 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем.

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

Тема 6. Інтегрування раціональних дробів.

1. Поняття раціонального дробу.
 2. Інтегрування найпростіших раціональних дробів.
 3. Інтегрування правильних раціональних дробів.
 4. Інтегрування неправильних раціональних дробів.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

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.
- Література 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 2, 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 2, 5-12

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.

Література 2, 5-12

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.

Література 5-12

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.
Література 6, 7, 8, 10, 12

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.

Література 6, 7, 8, 10, 12

4. Структура залікових кредитів з дисципліни “Вища математика”

(денна форма навчання)

Структура I залікового кредиту

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	ІРС	Тренінги, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії						
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування	2	2			1	Опитування під час занять, завдання.
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь	2	2	1	2	1	Опитування під час занять, завдання.
Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки	2	2		2	3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 6. Методи та моделі аналітичної геометрії	2	2			3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 7. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування	2	2		2	3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування	2	2	1		2	Опитування під час занять, завдання.
Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної						
Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 12. Границі та їх застосування в економіці	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 14. Дослідження функції.	2	2	1		1	Опитування під час занять, завдання.

Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці	2	2		2	3	Опитування під час занять, завдання.
---	---	---	--	---	---	--------------------------------------

Структура II залікового кредиту

Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних						
Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних	2	2	1	2	3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 3. Побудова емпіричних формул	2	2		2	3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем	2	2	1		3	Опитування під час занять, завдання.
Змістовий модуль 4. Інтегральне числення						
Тема 5. Невизначений інтеграл	2	2			3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 6. Інтегрування раціональних дробів	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій	2	4			2	Опитування під час занять, завдання.
Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення	2	2			3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування визначених інтегралів	4	2	1	2	3	Опитування під час занять, завдання.
Змістовий модуль 5. Економічна динаміка та її моделювання. Ряди						
Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку	2	2		2	3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку	2	2			3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.	2	2			3	Опитування під час занять, завдання.
Тема 14. Числові ряди та їх збіжність	2	2	1		1	Опитування під час занять, завдання.

Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень	2	2			2	Опитування під час занять, завдання.
Разом	60	60	7	16	67	

(заочна форма навчання)

	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Тема 1. Матричний аналіз в задачах економіки	4	2	26
Тема 2. Методи і моделі аналітичної геометрії	2		26
Тема 3. Границі та їх застосування в економіці	2		26
Тема 4. Граничний аналіз економічних процесів	2	2	26
Тема 5. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретація в економічній теорії	2	2	27
Тема 6. Невизначений та визначений інтеграл та їх застосування в економіці	2	2	27
Тема 7. Диференціальні рівняння. Ряди	2		28
Разом	16	8	186

5. Тематика практичних занять

І семестр

Практичне заняття 1.

Тема: *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: *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. Економічні задачі з використанням теорії матриць.

Практичне заняття 3.

Тема: *Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь.*

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 4.

Тема: *Матричний аналіз в задачах економіки.*

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.*

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.*

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

Практичне заняття 7.

Тема: *Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях.*

Мета: 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

Практичне заняття 8.

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

Мета: Сформувати вміння будувати лінійні оптимізаційні економіко-математичні моделі.

Питання для обговорення:

1. Задача про використання ресурсів.
2. Задача управління запасами.
3. Задача про складання міжгалузевого запасу.

Практичне заняття 9.

Тема: *Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування.*

Мета: 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.

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.

Тема: Функції та їх застосування в економічній теорії.

Мета: Розвинути вміння досліджувати функцію на неперервність. Навчити застосовувати теорію функцій в економічних дослідженнях

Питання для обговорення:

1. Поняття функції та способи її задання.
2. Класифікація функцій.
3. Криві попиту та пропозиції. Точки рівноваги.

Практичне заняття 12.

Тема: Границі та їх застосування в економіці.

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.

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.

Практичне заняття 13.

Тема: Граничний аналіз економічних процесів.

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.*

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 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.*

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: *Основні поняття функцій багатьох змінних та їх інтерпретація в економічній теорії.*

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: *Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних.*

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: *Побудова емпіричних формул.*

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.*

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.*

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.*

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.*

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.*

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 визначених інтегралів.*

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 невластних інтегралів.

Практичне заняття 11.

Тема: *Диференціальні рівняння I-го порядку.*

Мета: Сформулювати поняття диференціальних рівнянь з відокремлювальними змінними, лінійні та однорідні диференціальні рівняння першого порядку.

Питання для обговорення:

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

Практичне заняття 12.

Тема: *Розв'язування диференціальних рівнянь I-го порядку.*

Мета: 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. Розв'язування диференціальних рівнянь з відокремлювальними змінними. Задача Коші.
2. Розв'язування лінійних диференціальних рівнянь.
3. Розв'язування однорідних диференціальних рівнянь.
4. Економічні задачі: задача про нагромадження капіталу; задача про рух фондів; задача про рекламу.

Практичне заняття 13.

Тема: *Лінійні диференціальні рівняння II-го порядку з постійними коефіцієнтами.*

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.
5. Демографічна задача.

Практичне заняття 14.

Тема: *Числові ряди та їх збіжність.*

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 до наближених обчислень.*

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. Самостійна робота

Перелік питань для самостійного опрацювання з дисципліни «Вища математика»:

1. Визначники другого та третього порядку;
2. Мінори та алгебраїчні доповнення. Розклад визначника третього порядку;
3. Визначники n -го порядку та їх обчислення;
4. Дії над матрицями. Обернена матриця;
5. Ранг матриці та його знаходження;
6. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь та їх розв'язки;
7. Матричний метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Правило Крамера;
8. Метод Гаусса. Метод Жордана-Гаусса;
9. Вектори та дії над векторами. Проекція вектора на числову вісь та її властивості;
10. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами;
11. Пряма лінія на площині. Різні види рівнянь прямої;
12. Кут між двома прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих;
13. Загальне рівняння прямої та його дослідження. Віддаль точки до прямої;
14. Канонічні рівняння еліпса, гіперболи, параболи. Застосування кривих другого порядку в економічних дослідженнях;
15. Кут між двома площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин;
16. Різні види рівнянь прямої в просторі. Кут між двома прямими в просторі;
17. Визначення функції. Способи задання функцій, класифікація функцій;
18. Числова послідовність. Границя числової послідовності;
19. Арифметична та геометрична прогресії. Обчислення простих та складних процентів;
20. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу;
21. Основні теореми про границі числових послідовностей;
22. Границя функції в точці. Основні теореми про границі функції в точці;
23. Дві визначні (чудові) границі;
24. Використання показникової функції при обчисленні неперервних відсотків;
25. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву;
26. Геометричний, механічний та економічний зміст похідної;
27. Правила диференціювання. Похідна суми, добутку та частки функцій;
28. Таблиця похідних. 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. Еластичність попиту та пропозиції відносно ціни;
34. Опуклість і вгнутість графіка функції. Точки перегину. Повне дослідження функції та побудова її графіка;
35. Правило Лопітала;

36. Визначення функції багатьох змінних. Функція двох змінних та її графічне зображення. Функція Кобба-Дугласа;
37. Частинні похідні першого порядку. Економічний зміст частинних похідних. Градієнт функції;
38. Похідні вищих порядків;
39. Екстремум функції двох змінних. Необхідні та достатні умови екстремуму;
40. Емпіричні формули. Побудова формули лінійної залежності методом найменших квадратів. Параболічна та гіперболічна залежність;
41. Первісна функція. Невизначений інтеграл та його властивості;
42. Методи інтегрування в невизначеному інтегралі;
43. Інтегрування раціональних дробів;
44. Інтегрування тригонометричних функцій виду $\int \sin ax \cos \beta x dx$, $\int \sin ax \sin \beta x dx$, $\int \cos ax \cos \beta x dx$, $\int \cos^n x \sin^m x dx$. Універсальна тригонометрична підстановка;
45. Визначений інтеграл та його властивості. Геометричний та економічний зміст визначеного інтеграла. Теорема Ньютона-Лейбніца;
46. Методи обчислення визначеного інтеграла. Невласні інтеграли;
47. Геометричні застосування визначеного інтеграла;
48. Поняття про диференціальні рівняння. Диференціальні рівняння з відокремлювальними змінними;
49. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Задача Коші;
50. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку. Основні теореми про розв'язки лінійних диференціальних рівнянь другого порядку;
51. Лінійні однорідні диференціальні рівняння з сталими коефіцієнтами;
52. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння з сталими коефіцієнтами;
53. Числовий ряд та його збіжність. Необхідна умова збіжності числового ряду. Достатні умови збіжності знакопостійних рядів;
54. Знакозмінні ряди. Ознака Лейбніца збіжності знакоперемінного ряду. Абсолютна і умовна збіжність знакозмінного ряду;
55. Степеневий ряд та його збіжність. Радіус збіжності степеневого ряду;
56. Розклад функції в ряд Тейлора і Маклорена;
57. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень;
58. Загальна постановка задачі математичного програмування та їх класифікація;
59. Загальна задача лінійного програмування;
60. Перша стандартна форма задачі ЛП. (Основна задача лінійного програмування з обмеженнями-рівностями);
61. Друга стандартна форма задачі ЛП. (Основна задача лінійного програмування з обмеженнями-нерівностями);
62. Перетворення першої стандартної форми в другу. Перетворення другої стандартної форми ЗЛП в першу;
63. Випуклі множини (означення, приклади), розв'язок нерівності на координатній площині. Багатокутник розв'язків системи обмежень-нерівностей та його побудова;
64. Знаходження оптимальних вершин багатокутника розв'язків. Обчислення екстремального значення цільової форми;
65. Канонічна форма задачі ЛП;

66. Поняття розв'язків I стандартної форми: допустимого, базисного, опорного, оптимального;
67. Критерій оптимальності опорного плану за симплекс-таблицею для задач max і min. Симплекс-метод розв'язування ЗЛП.

7. Тренінги та виконання комплексного практичного індивідуального завдання з дисципліни «Вища математика»

Тренінги з дисципліни .

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.

Комплексне практичне індивідуальне завдання

Варіанти КПЗ з дисципліни «Вища математика» виконуються кожним студентом згідно розподілених варіантів завдань. Завдання студенти вибирають із навчального посібника (3).

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

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання результатів КПЗ;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

9. 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 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за тренінг, враховуючи поточне опитування та виконання КПЗ)	Разом
30%	40%	30%	100%
1. Усне опитування під час заняття (7 тем по 5 балів=35 балів) 2. Письмова робота=65 балів	1. Усне опитування під час заняття (7 тем по 5 балів=35 балів) 2. Письмова робота=65 балів	1. Написання та захист КПЗ = 60 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 40 балів	100

Для екзамену

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за тренінг, враховуючи поточне опитування та виконання КПЗ)	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20%	20%	20%	40%	100%
1. Опитування під час заняття(7 теми по5 балів=35 балів) 2. Письмова робота=65 балів	1. Опитування під час заняття(7тем по5 балів=35балів) 2. Письмова робота=65 балів	1. Написання та захист КПЗ = 60 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 40 балів	1.Тестові завдання (25 тестів по 2 бали за тест) – макс. 50 балів 2.Завдання. 1 – макс.25 балів 3. Завдання. 2 - макс.25 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)

10. 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 динамічної математики Geogebra	семестр 2, тема 8

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Електронний курс з дисципліни «Вища математика» для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для усіх спеціальностей на платформі Системи дистанційного навчання ЗУНУ / Лесик О.Ф. Тернопіль: ЗУНУ, 2022.
2. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Лесик О.Ф. та ін. Методичні рекомендації для проведення тренінгів з вищої математики. Тернопіль, ЗУНУ, 2021. 104 с.
3. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Лесик О.Ф. та ін. Комплексні практичні індивідуальні завдання з вищої математики. Тернопіль, ЗУНУ, 2021. 102 с.
4. Алілуйко А.М., Дзюбановська Н.В., Домбровський І.В., Лесик О.Ф. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з дисципліни «Вища математика». Тернопіль ЗУНУ 2022. Система MOODLE.
5. Анатолій Мохонько, Ігор Чижиков Аналітичні функції-розв'язки диференціальних рівнянь / Віктор Клепко, Валентина Голець - В-во: Львівська політехніка, 2021.- 524 с.
6. Віктор Барковський, Ніна Барковська Вища математика для економістів / Віктор Барковський, Ніна Барковська - В-во: Центр навчальної літератури, 2019.- 448 с.
7. Галина Желєзняк, Ірина Литвин, Оксана Конончук Вища математика / Галина Желєзняк, Ірина Литвин, Оксана Конончук - В-во: Центр навчальної літератури, 2019.- 368 с.
8. Віктор Клепко, Валентина Голець Вища математика в прикладах і задачах / Віктор Клепко, Валентина Голець - В-во: Центр навчальної літератури, 2019.- 594 с.
9. Василь Приймак Математичні методи економічного аналізу / Василь Приймак - В-во: Центр навчальної літератури, 2019.- 296 с.
10. Лиман Ф. Вища математика: навч. посібн. у 2-х частинах / Федір Лиман, Віталій Власенко, Світлана Петренко. - В-во : Університетська книга, 2018.- 614 с.
11. Лиходєєва Г. Диференціальні рівняння (працюємо самостійно) / Ганна Лиходєєва, Катерина Пастирева. - В-во: Центр навчальної літератури, 2018.- 144 с.

12. Турчанінова Л. І. Вища математика в прикладах і задачах / Л. І. Турчанінова, О.В. Доля - В-во: Ліра-К , 2018.- 348 с.
13. Юрій Козак, В.Мацкул Математичне моделювання для економістів / Юрій Козак, В.Мацкул - В-во: КНЕУ Центр навчальної літератури, 2019.- 254 с.