

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Затверджую**  
В.о. декана факультету економіки  
та управління  
\_\_\_\_\_ Андрій КОЦУР  
«31» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Затверджую**  
В.о. проректора з науково-  
педагогічної роботи  
\_\_\_\_\_ Віктор ОСТРОВЕРХОВ  
«31» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Затверджую**  
Директор навчально-наукового  
інституту новітніх освітніх технологій  
\_\_\_\_\_ Святослав ПИТЕЛЬ  
«31» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

### з дисципліни «Вища математика»

**ступінь вищої освіти – бакалавр**

**галузь знань – 07 Управління та адміністрування**

**спеціальність – 075 Маркетинг**

**освітньо-професійна програма – «Маркетинг»**

#### Кафедра прикладної математики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції, год.	Практичні заняття, год.	ІРС, год.	Тренінг, КПІЗ, год.	СРС, год.	Разом, год.	Залік (сем)	Екзамен (сем)
<b>Денна</b>	1	1, 2	60	60	7	13	70	210	1	2
<b>Заочна</b>	1	1, 2	16	8	—	—	186	210	2	2

31.01.2023

Тернопіль – 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань – 07 Управління та адміністрування, спеціальності – 075 Маркетинг, затвердженої Вченою радою ЗУНУ( протокол № 10 від 23.06.2023р.).

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

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

Завідувач кафедри



Олеся МАРТИШУК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 075 Маркетинг, протокол № 1 від 30.08 2023 р.

Голова групи  
забезпечення спеціальності



Тетяна БОРИСОВА

Гарант ОІШ



Людмила ГАЛЬКО

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

**1. Опис навчальної дисципліни “Вища математика”**

Дисципліна – «Вища математика»	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 7	Галузь знань – 07 Управління та адміністрування	Статус дисципліни обов’язкова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів - 7	Спеціальність – 075 Маркетинг	Рік підготовки: <i>денна</i> – 1 <i>заочна</i> – 1 Семестр: <i>денна</i> – 1,2 <i>заочна</i> – 1,2
Кількість змістових модулів - 5	Освітньо-професійна програма – «Маркетинг»	Лекції: <i>денна</i> – 60 год. <i>заочна</i> – 16 год. Практичні заняття: <i>денна</i> – 60 год. <i>заочна</i> – 8 год.
Загальна кількість годин – <i>Денна</i> форма навчання – 210 <i>Заочна</i> форма навчання - 210	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>денна</i> – 70 год. <i>заочна</i> – 186 год. Тренінг, КПЗ: <i>денна</i> – 13 год. Індивідуальна робота: <i>денна</i> – 7 год.
Тижневих годин: в 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 виробництва, яка орієнтована на задоволення потреб конкретних споживачів, отримання прибутку на основі дослідження, прогнозування ринку, вивчення внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства-експортера, розробки стратегії і тактики поведінки на ринку за допомогою маркетингових програм.

Маркетинг тісно пов'язаний з такими категоріями математики як максимізація прибутку, корисність, раціональність.

Сучасний маркетинг використовує відповідний математичний інструментарій для вирішення проблем раціоналізації ринкової економіки.

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-маркетологів 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 економічних досліджень. Оволодіння курсом повинно виробити у студентів навички практичного використання математичних методів, формул та таблиць в процесі розв'язання економічних 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;
- сформувати у студентів цілісну систему 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 економічних дослідженнях.

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

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність 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:

ПРН 2. Аналізувати і прогнозувати ринкові явища та процеси на основі застосування фундаментальних принципів, теоретичних знань і прикладних навичок здійснення маркетингової діяльності;

ПРН 10. Пояснювати інформацію, ідеї, проблеми та альтернативні варіанти прийняття управлінських рішень фахівцям і нефахівцям у сфері маркетингу, представникам різних структурних підрозділів ринкового суб'єкта.

### **3. Програма навчальної дисципліни:**

#### **I- семестр**

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

##### ***Тема 1. Елементи теорії визначників***

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. Економічні 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.

##### ***Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки.***

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

##### ***Тема 5. 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. Простір товарів та вектор цін. Лінійна модель міжнародної торгівлі.

##### ***Тема 6. 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. Модель рівноваги ринку. Модель рівноваги доходів і збитків компаній. Точки рівноваги, області прибутків і збитків. Бюджетні множини

й лінії бюджетних обмежень.

***Тема 7. Застосування лінії другого порядку в економічних дослідженнях.***

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

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

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

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

Основні властивості ЗЛП. Алгоритм графічного методу. Зведення до стандартної форми. Знаходження повного розв'язку ЗЛП.

***Тема 10. 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 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.***

Абсолютна величина числа та її властивість. Окіл точки. Поняття функції. Область визначення і область значень функції. Способи задання функції. Класифікація функцій. Основні елементарні функції та їх графіки. Криві попиту і пропозиції. Застосування функцій в економічній теорії: криві Філіпса, Лаффера, попиту і пропозицій.

***Тема 12. Границі та їх застосування в економіці.***

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. Обчислення приростів витрат, доходів та прибутків. Павутинна модель ринку. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів. Дисконтування по простих та складних відсоткових ставках.

Неперервне нарощування та дисконтування.

***Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.***

Визначення похідної функції в точці. Економічний, геометричний та механічний

зміст похідної. Маржинальний аналіз: маржинальні вартості, доходи та прибутки. 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 14. Дослідження функції.***

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 15. Застосування методів диференціального числення в економіці.***

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

## **II семестр**

### **Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних**

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

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

#### ***Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних.***

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

#### ***Тема 3. Побудова емпіричних формул.***

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

#### ***Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем.***

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



## Змістовий модуль 4. Інтегральне числення

### **Тема 5. Невизначений інтеграл.**

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

### **Тема 6. Інтегрування раціональних дробів.**

Поняття раціонального дробу. Інтегрування найпростіших раціональних дробів. Інтегрування правильних раціональних дробів. Інтегрування неправильних раціональних дробів.

### **Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій.**

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

### **Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення.**

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

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

Обчислення площ плоских фігур та об'ємів тіл обертання. Застосування визначених інтегралів при розв'язуванні економічних задач: а) в динамічних процесах; б) у фінансових задачах. Задачі про витрати, дохід, прибуток. 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.**

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

### **Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку.**

Диференціальні рівняння з відокремленими змінними. Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку. Однорідні диференціальні рівняння. 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.**

Поняття про лінійні однорідні та неоднорідні диференціальні рівняння II-го

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

**Тема 14. Числові ряди та їх збіжність.**

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

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

Поняття про функціональні ряди та їх збіжність. Поняття про степеневий ряд. Теорема Абеля. Почленне диференціювання і інтегрування степеневих рядів. Ряди Маклорена та Тейлора. Розклад елементарних функцій в степеневі ряди. Наближене обчислення значень функції. Наближене обчислення визначених інтегралів. Приклади застосування степеневих рядів.

**Структура залікових кредитів з дисципліни “Вища математика”**

(денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Практ. заняття	Самост. робота	Індивід. робота	Тренінг, КПЗ	Контрольні заходи
<b>I заліковий кредит</b>						
<i>Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії</i>						
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	2	2	1	3	Задачі, питання
Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування	2	2	2			Задачі, питання
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь	2	2	2			Задачі, питання
Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки	2	2	2			Задачі, питання
Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри	2	2	2			Задачі, питання
Тема 6. Методи та моделі аналітичної геометрії	2	2	2			Задачі, питання
Тема 7. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях	2	2	2			1

Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі	2	2	2			Задачі, питання
Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування	2	2	2			Задачі, питання
Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування	2	2	2			Задачі, питання
<b>Змістовний модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної</b>						
Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.	2	2	2	1	3	Задачі, питання
Тема 12. Границі та їх застосування в економіці	2	2	2			Задачі, питання
Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.	2	2	2			Задачі, питання
Тема 14. Дослідження функції.	2	2	2			Задачі, питання
Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці	2	2	2			Задачі, питання
<b>II заліковий кредит</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних</b>						
Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії	2	2	2	1	3	Задачі, питання
Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних	2	2	2			Задачі, питання
Тема 3. Побудова емпіричних формул	2	2	2	1	3	Задачі, питання
Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем	2	2	2			Задачі, питання
<b>Змістовий модуль 4. Інтегральне числення</b>						
Тема 5. Невизначений інтеграл	2	2	2	1	2	Задачі, питання
Тема 6. Інтегрування раціональних дробів	2	2	2			Задачі, питання
Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій	2	4	2			Задачі, питання
Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення	2	2	2			Задачі, питання
Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування	4	2	2			Задачі, питання

визначених інтегралів						
<b>Змістовий модуль 5. Економічна динаміка та її моделювання. Ряди</b>						
Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку	2	2	2	1	2	Задачі, питання
Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку	2	2	3			Задачі, питання
Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.	2	2	5			Задачі, питання
Тема 14. Числові ряди та їх збіжність	2	2	5			Задачі, питання
Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень	2	2	5			Задачі, питання
<b>Разом</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>70</b>			<b>7</b>

**(заочна форма навчання)**

Тема	Кількість годин		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
I семестр			
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	2	6
Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування			6
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь			6
Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки			6
Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри	2	2	6
Тема 6. Методи та моделі аналітичної геометрії			6
Тема 7. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях			6
Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі			6
Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування	2	2	6
Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування			6

Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.			6
Тема 12. Границі та їх застосування в економіці			6
Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.			6
Тема 14. Дослідження функції.	2		6
Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці			6
II семестр			
Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії			6
Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних	2		6
Тема 3. Побудова емпіричних формул			6
Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем		2	6
Тема 5. Невизначений інтеграл			6
Тема 6. Інтегрування раціональних дробів	2		6
Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій			6
Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення			6
Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування визначених інтегралів	2		6
Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку			6
Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку		2	6
Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.			6
Тема 14. Числові ряди та їх збіжність	2		12
Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень			12
<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>186</b>

# 1. 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:** Матричний аналіз в задачах економіки – 2 год.

**Мета:** Навчити розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь методами Крамера, Гаусса, Жордана-Гаусса, з допомогою оберненої матриці. Ознайомити з матричними моделями економіки: модель Леонт'єва міжгалузевого балансу, знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів та методами їх розв'язування.

**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. Матрична модель Леонт'єва міжгалузевого балансу.
6. Задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.

#### **Практичне заняття 4.**

**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 5-6.**

**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. 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. Різні види рівнянь прямої на площині.
2. Площина та пряма лінія в просторі.
3. Поняття про канонічні лінії другого порядку.
4. Модель рівноваги доходів і збитків компаній. Точки рівноваги, області прибутків і збитків

#### **Практичне заняття 7.**

**Тема:** Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування. 2 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 8. Модульна робота № 1 – 2 год.**

## **Практичне заняття 9.**

**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 10.**

**Тема:** Границі та їх застосування в економіці. 2 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.

### **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 11.**

**Тема:** Дві визначні границі. Неперервність функції 2 год.

**Мета:** Розвинути вміння обчислювати першу та другу визначні границі, досліджувати функцію на неперервність. Навчити застосовувати методи теорії границь в економічних дослідженнях: задачі про розрахунки ренти та погашення боргу; обчисленні неперервних відсотків; дисконтування по простих та складних відсоткових ставках; неперервне нарощування та дисконтування.

### **Питання для обговорення:**

1. Перша та друга визначна границя.
2. Поняття про експоненціальну функцію та натуральний логарифм.
3. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву.
4. Обчислення приросту витрат, доходів і прибутків.
5. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу.
6. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів.



## **Практичне заняття 12.**

**Тема:** Граничний аналіз економічних процесів. – 2 год

**Мета:** Розширити знання з диференціального числення. Сформувати 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 13.**

**Тема:** Дослідження функції. – 2 год.

**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 14-15.**

**Тема:** Застосування методів диференціального числення в економіці – 4 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 дроби. Оволодіти методом невизначених коефіцієнтів при розкладі раціонального дроби 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 7-8.**

**Тема:** *Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій – 4 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 9.**

**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 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 невластних інтегралів.

### **Практичне заняття 11.**

**Тема:** Розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку – 2 год.

**Мета:** Сформувати 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 12.**

**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.
5. Демографічна задача.

### **Практичне заняття 13.**

**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 14-15.

**Тема:** Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів – 4 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 функції.
4. Наближене обчислення визначених інтегралів.
5. Приклади застосування степеневих рядів.

## 6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Варіанти КПЗ з дисципліни «Вища математика» виконуються кожним студентом згідно розподілених варіантів завдань. Завдання студенти вибирають із навчального посібника [2], методичних вказівок [1].

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 підручник з вищої математики, відповідні методичні вказівки та комп'ютерну техніку.

## 7. Самостійна робота

№ теми	Тематика самостійної роботи	К-сть годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>I семестр</b>			
<b>Тема 1. Елементи теорії визначників</b>	Визначники другого та третього порядку	2	6
<b>Тема 2. Матриці і задачі оптимального планування</b>	Мінори та алгебраїчні доповнення. Розклад визначника третього порядку	2	6
<b>Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь</b>	Визначники $n$ -го порядку та їх обчислення	2	6
<b>Тема 4. Матричний аналіз в задачах економіки</b>	Дії над матрицями. Обернена матриця	2	6
<b>Тема 5. Методи та моделі векторної алгебри</b>	Ранг матриці та його знаходження	2	6
<b>Тема 6. Методи та моделі аналітичної геометрії</b>	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь та їх розв'язки.	2	6
<b>Тема 7. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях</b>	Матричний метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Правило Крамера	2	6

<b>Тема 8. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі</b>	Метод Гаусса. Метод Жордана-Гаусса	2	6
<b>Тема 9. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування</b>	Вектори та дії над векторами. Проекція вектора на числову вісь та її властивості	2	6
<b>Тема 10. Симплекс-метод розв'язування задач лінійного програмування</b>	Скалярний добуток векторів. Кут між векторами	2	6
<b>Тема 11. Функції та їх застосування в економічній теорії.</b>	Пряма лінія на площині. Різні види рівнянь прямої	2	6
<b>Тема 12. Границі та їх застосування в економіці</b>	Кут між двома прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих	2	6
<b>Тема 13. Граничний аналіз економічних процесів.</b>	Загальне рівняння прямої та його дослідження. Віддаль точки до прямої	2	6
<b>Тема 14. Дослідження функції.</b>	Канонічні рівняння еліпса, гіперболи, параболи. Застосування кривих другого порядку в економічних дослідженнях	2	6
<b>Тема 15. Застосування методів диференціального числення в економіці</b>	Кут між двома площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин	2	6
<b>II семестр</b>			
<b>Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії</b>	Дві визначні (чудові) границі	2	6
<b>Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних</b>	Використання показникової функції при обчисленні неперервних Відсотків	2	6
<b>Тема 3. Побудова емпіричних формул</b>	Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву	2	6
<b>Тема 4. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем</b>	Геометричний, механічний та економічний зміст похідної	2	6
<b>Тема 5. Невизначений інтеграл</b>	Правила диференціювання. Похідна суми, добутку та частки Функцій	2	6
<b>Тема 6. Інтегрування раціональних дробів</b>	Таблиця похідних. Похідна від складної функції. Похідні вищих Порядків	2	6

<b>Тема 7. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій</b>	Диференціал функції та його застосування	2	6
<b>Тема 8. Визначений інтеграл та методи його обчислення</b>	Теорема Ролля і Лагранжа	2	6
<b>Тема 9-10. Економічні та геометричні застосування визначених інтегралів</b>	Зростання та спадання функції на проміжку	2	6
<b>Тема 11. Диференціальні рівняння I-го порядку</b>	Екстремум функцій. Необхідна та достатні умови екстремуму	2	6
<b>Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку</b>	Еластичність попиту та пропозиції відносно ціни	3	6
<b>Тема 13. Лінійні диференціальні II-го порядку з постійними коефіцієнтами.</b>	Опуклість і вгнутість графіка функції. Точки перегину. Повне дослідження функції та побудова її графіка	5	6
<b>Тема 14. Числові ряди та їх збіжність</b>	Правило Лопітала	5	12
<b>Тема 15. Степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень</b>	Визначення функції багатьох змінних. Функція двох змінних та її графічне зображення. Функція Кобба-Дугласа	5	12
<b>Разом</b>		70	186

## 8. 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.

### 9. 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 КППЗ;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- модульна контрольна робота;
- екзамен.

### 10. 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 (підсумкова оцінка за тренінг, враховуючи поточне опитування та виконання КППЗ)	Разом
30%	40%	30%	100%
1. Усне опитування під час заняття(7 теми 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 КППЗ = 60 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 40 балів	100

### Для екзамену

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	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 тем по 5 балів=35 балів) 2. Письмова робота=65 балів	1. 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	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 ТНЕУ	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)

### 11. 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

- 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.
- 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.
- 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 / Анатолій Мохонько, Ігор Чижиков - 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.
  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, 2019.- 614 с.
  11. Лиходєєва Г. Диференціальні рівняння (працюємо самостійно) / Ганна Лиходєєва, Катерина Пастирєва. - В-во: Центр навчальної літератури, 2019.- 144 с.
  12. Турчанінова Л. І. Вища математика в прикладах і задачах / Л. І. Турчанінова, О.В. Доля - В-во: Ліра-К , 2019.- 348 с.
  13. Keef P., Guichard D. An Introduction to Higher Mathematics. – San Francisco. - 2021. – 136 p.
  14. Linsky J., Nicholson J., Western B. Complete Pure Mathematics 1 for Cambridge International AS & A Level. – Oxford: Oxford University Press. – 2019. - 260 p.
  15. Linsky J., Nicholson J., Western B. Complete Pure Mathematics 2/3 for Cambridge International AS & A Level. – Oxford: Oxford University Press. – 2019. - 348 p.
  16. Beadsworth T. Complete Additional Mathematics for Cambridge IGCS & 0 Level. – Oxford: Oxford University Press. – 2020. - 514 p.
  17. Zalar A. Solved exercises from exams in Mathematical modeling. – Ljubljana: University of Ljubljana. – 2022. - 69 p.
  18. Liu W. Lecture notes on Mathematical Modeling. – Arkansas: University of Arkansas. - 2021. – 200 p.