

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕНЕДЖМЕНТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІФННІМ ЗУНУ

Галина ЛЯХОВИЧ

2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з НІР ЗУНУ

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **“ВИЩА МАТЕМАТИКА”**

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 05 Соціальні та поведінкові науки

Спеціальність – 051 Економіка

Освітньо-професійна програма – «Міжнародна економіка»

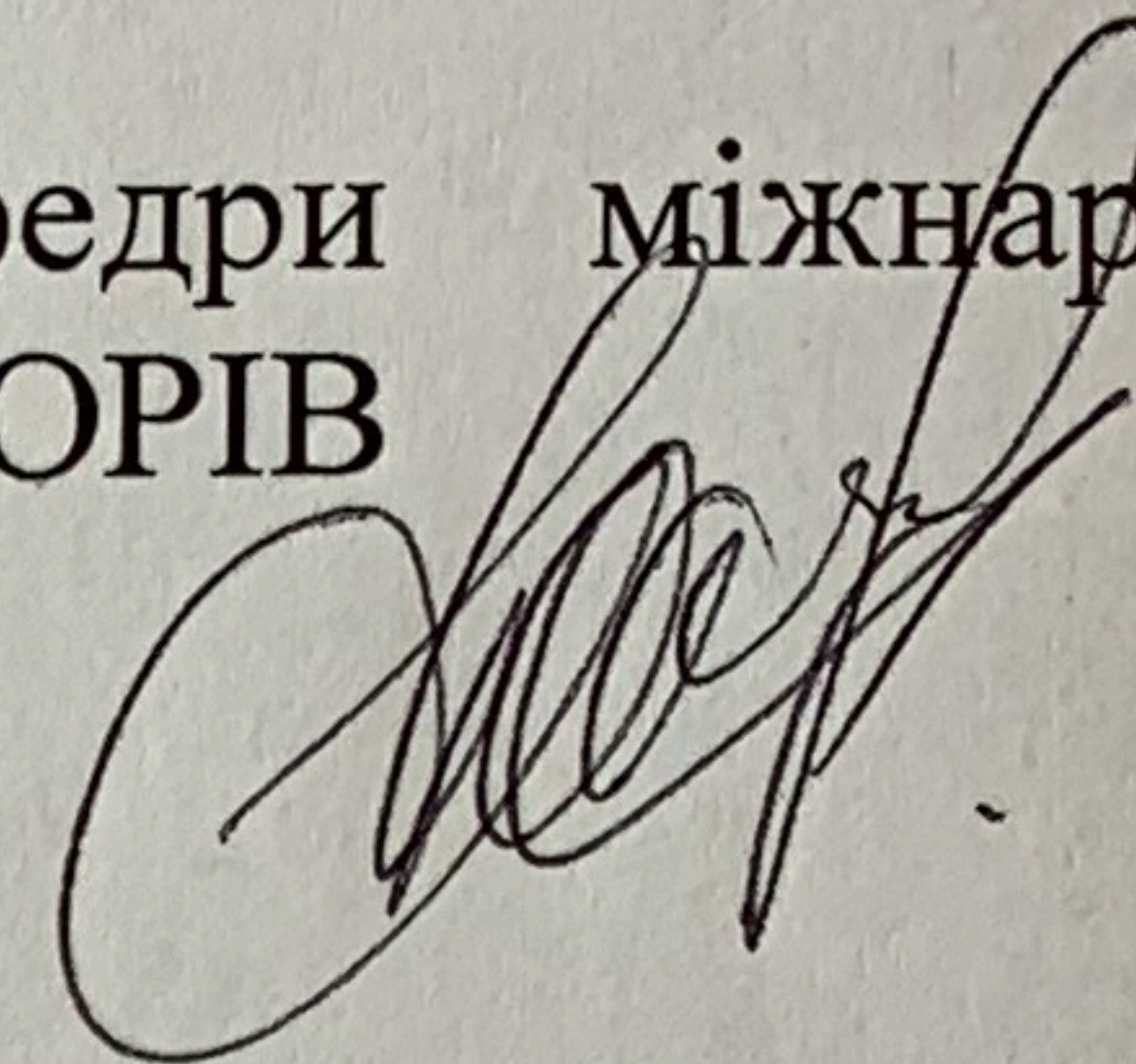
Кафедра міжнародної економіки, маркетингу і менеджменту

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	I	1, 2	60	60	7	13	70	210	1	2

Івано-Франківськ – ІФННІМ, 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 05 "Соціальні та поведінкові науки", спеціальності 051 «Менеджмент», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол №10 від 23.06.2023 р.).

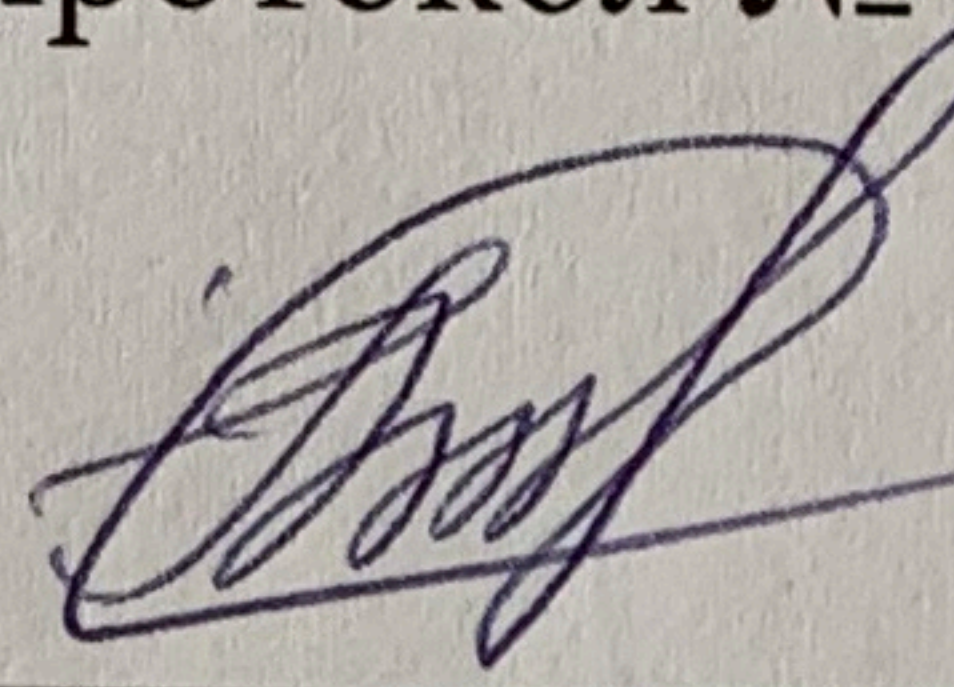
Робочу програму склала старший викладач кафедри міжнародної економіки, маркетингу і менеджменту ІФННІМ Світлана ГРИГОРІВ



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри міжнародної економіки, маркетингу і менеджменту протокол № 1 від 28.08.2023р.

Завідувач кафедри

д-р. екон. наук, професор

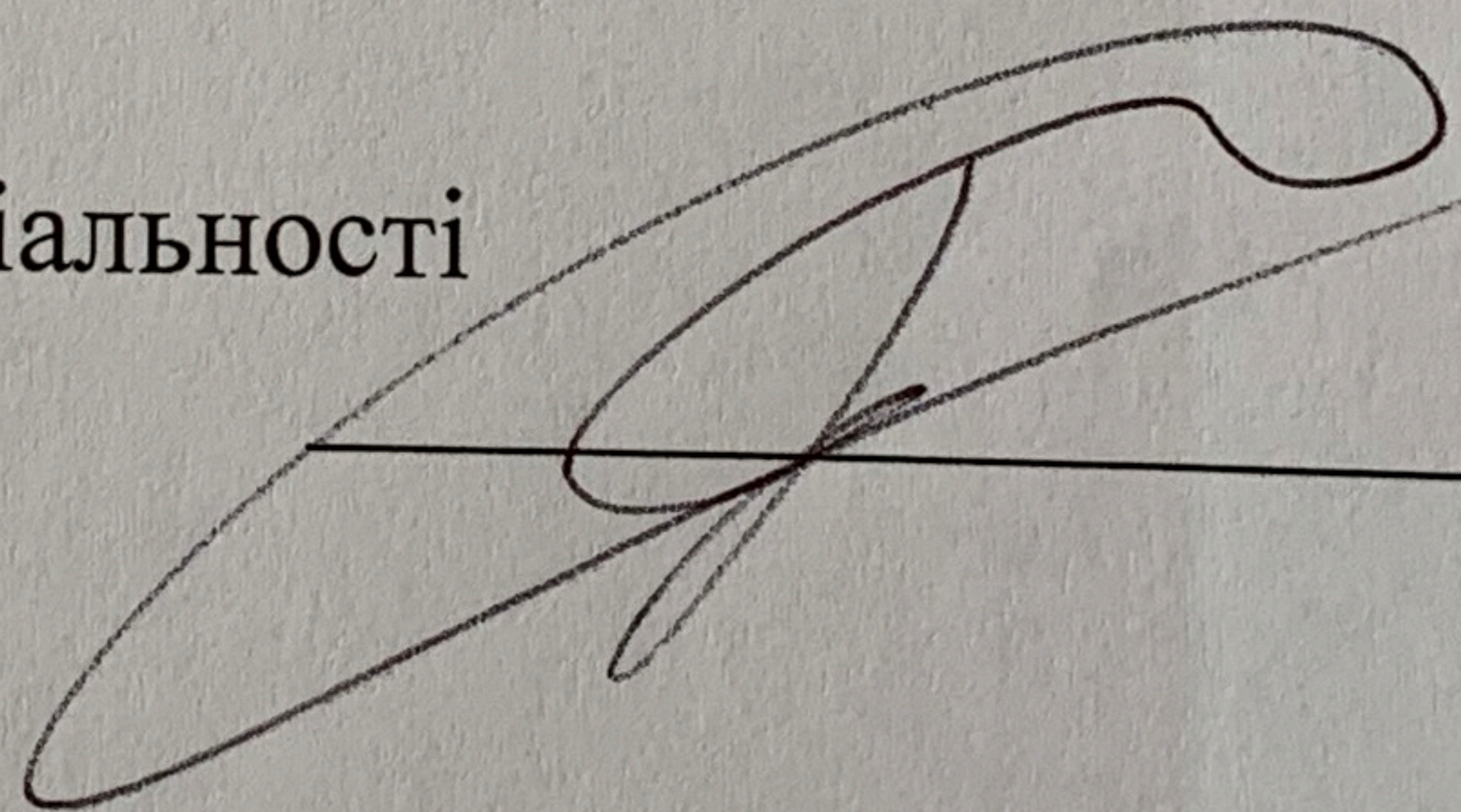


Ірина БІЛЕЦЬКА

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Економіка», протокол № __ від _____ 2023р.

Керівник групи забезпечення спеціальності

д-р. екон. наук, професор



Віктор КОЗЮК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ « Вища математика »

1. Опис дисципліни «Вища математика»

Дисципліна «ВИЩА МАТЕМАТИКА»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 7	Галузь знань: 05 Соціальні та поведінкові науки	Дисципліна циклу загальної підготовки (обов'язкова) Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів – 7	Спеціальності: 051 Економіка	Рік підготовки: <i>Денна – 1</i> Семестр: <i>Денна – 1, 2</i>
Кількість змістових модулів – 5	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 60 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 60 год.</i>
Загальна кількість годин – 210		Самостійна робота: <i>Денна – 70 год.</i> Тренінг, КПЗ: <i>Денна – 13 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 7 год.</i>
Тижневих годин – 7 год., з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю 1 семестр – залік 2 семестр – іспит

2. Мета й завдання дисципліни "Вища математика"

2.1. Мета вивчення дисципліни

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

Метою курсу 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.

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 курсу "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.

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

- обчислювати визначники довільних порядків;
- досліджувати та розв'язувати системи лінійних рівнянь і задачі міжгалузевого балансу;

- розв'язувати задачі з векторної алгебри та аналітичної геометрії;
 - застосовувати лінії першого та другого порядків в економічних дослідженнях;
 - обчислювати прості та складні відсотки;
 - розв'язувати задачі про розрахунки ренти та погашення боргу;
 - використовувати похідні при розв'язуванні задач економіки (еластичність попиту відносно ціни і прибутку, еластичність пропозиції, еластичність повних і середніх затрат);
 - знаходити емпіричну залежність між двома величинами "методом найменших квадратів";
 - обчислювати найпростіші невизначені та визначені інтеграли і використовувати їх при розв'язуванні задачі про об'єм виробництва із змінною продуктивністю праці, обчислення площі криволінійних фігур та об'ємів тіл обертання;
 - розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння I та II порядків;
 - досліджувати на збіжність числові та степеневі ряди;
 - застосовувати степеневі ряди для наближеного обчислення значень функцій, визначених інтегралів та границь;
- включати результати досліджень при вивченні математичних моделей економічних задач.

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

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Для успішного вивчення цієї дисципліни студенти повинні опонувати такі дисципліни: алгебра та геометрія за шкільний курс, економічна теорія.

2.5. Результати навчання.

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

3. Програма навчальної дисципліни:" Вища математика " **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 11 та 111 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: [1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14].

Тема 2. Елементи теорії матриць.

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

Література: [1, 2, , 5, 6, 9, 10, 11, 12].

Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

1. Системи лінійних рівнянь та їх розв'язки.
2. Дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь на сумісність. Теорема Кронекера-Капеллі.
3. Однорідні системи лінійних рівнянь.
4. Матричний метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
5. Правило Крамера.

Література: [1, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 15].

Тема 4. Елементи матричного аналізу.

1. Метод Гауса та Жордана-Гауса розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь
2. Задача міжгалузевого балансу.
3. Модель Леонтьєва багатогалузевої економіки.
4. Задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.

Література: [1, 3, 6, 7, 8, 13, 14].

Тема 5. Елементи 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. Модуль вектора.
4. Скалярний добуток векторів та його властивості.
5. Кут між двома векторами. Умови паралельності і перпендикулярності векторів.
6. Лінійна залежність і незалежність векторів.
7. Базис. Розклад вектора по базису. Перехід від одного базису до іншого.
8. Економічні задачі з використанням векторної алгебри.

Література: [1, 2, 3, 4, 7, 8, 12].

Тема 6. Елементи 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. Економічні задачі на знаходження точки рівноваги та областей прибутків і збитків.
5. Рівняння площини, що проходить через задану точку, перпендикулярно до вектора.
6. Загальне рівняння площини та його дослідження.
7. Кут між двома площинами, Умови паралельності і перпендикулярності площин.
8. Рівняння прямої в просторі.

Література: [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14].

Тема 7. Канонічні лінії другого порядку.

1. Коло. Виведення рівняння кола. Нормальне і загальне рівняння кола.
2. Канонічні рівняння еліпса, гіперболи і параболи (без доведення).
3. Дослідження форми еліпса, гіперболи і параболи.
4. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях на знаходження точки рівноваги та областей прибутків і збитків.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 13].

Тема 8. Побудова математичних моделей задач лінійного програмування.

1. Задача про використання ресурсів.
2. Постановка задач лінійного програмування та їх стандартні форми.
3. Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування.

Література: [1, 3, 5, 6, 9, 10, 14].

Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної

Тема 9. Функції та їх графіки.

1. Абсолютна величина числа та її властивість. Окіл точки.
2. Поняття функції. Область визначення і область значень функції. Способи задання функції.
3. Криві попиту і пропозиції.
4. Класифікація функцій. Основні елементарні функції та їх графіки.
5. Деякі види функцій, які використовуються в економічних дослідженнях: криві Філіпа, попиту і пропозицій.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 69, 10, 11, 14].

Тема 10. Елементи теорії границь.

1. Числова послідовність.
2. Границя числової послідовності. Основні теореми про границі числових послідовностей.
3. Границя функції в точці. Односторонні границі (означення).
4. Основні теореми про границі функцій.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12].

Тема 11. Дві визначні границі. Неперервність функції.

1. Перша і друга визначні границі.
2. Поняття про натуральний логарифм.
3. Визначення неперервної функції в точці. Класифікація точок розриву.
4. Властивості неперервних функцій на відрізьку.
5. Обчислення приростів витрат, доходів та прибутків.

Література: [1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14].

Тема 12. Елементи фінансової математики та математичної економіки.

1. Арифметична прогресія. Обчислення простих відсотків.
2. Геометрична прогресія. Обчислення складних відсотків.
3. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу.
4. Павутинна модель ринку.
5. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів.
6. Дисконтування по простих та складних відсоткових ставках.
7. Неперервне нарощування та дисконтування.

Література: [1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 13].

Тема 13. Диференціальне числення функції однієї змінної.

1. Визначення похідної функції в точці.
2. Геометричний, фізичний та економічний зміст похідної.
3. Маржинальний аналіз: маржинальні вартості, доходи та прибутки.
4. Правила диференціювання суми, добутку і частки функцій.
5. Похідні елементарних функцій.
6. Таблиця похідних.

Література: [1, 2, 3, 8, 9, 10, 11].

Тема 14. Основні теореми про диференційовані функції.

1. Похідна складної і оберненої функції.
2. Похідна неявно-заданої функції.
3. Похідні вищих порядків.
4. Теорема Ролля і Лагранжа.
5. Правило Лопітала та його застосування.
6. Формули Тейлора і Маклорена .
7. Визначення диференціала та його геометричний зміст.
8. Диференціал суми, добутку і частки функцій. Таблиця диференціалів основних елементів функцій.
9. Застосування диференціалів для наближених обчислень.

Література: [1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 14].

Тема 15. Дослідження функцій та побудова їх графіків. Екстремум функцій.

1. Умови зростання і спадання функції.
2. Необхідні умови екстремуму.
3. Достатні умови екстремуму.
4. Найбільше і найменше значення функцій на відрізку.
5. Задачі економіки з використанням похідних (попит, еластичність попиту відносно ціни і прибутку, еластичність пропозиції, еластичність повних і середніх затрат).
6. Випуклість і вгнутість графіка функцій.
7. Необхідна і достатня умова існування точки перегину графіка функції.
8. Асимптоти плоских кривих та їх знаходження.
9. Повне дослідження функції та побудова графіка.
10. Приклади задач оптимізації з економічним змістом.

Література: [1, 2, 3, 7, 8, 9, 12, 13].

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. Приклади, функція Кобба-Дугласа, рівняння Фішера.
2. Визначення функції двох змінних та її графічне зображення.
3. Визначення функції багатьох змінних.
4. Поняття про лінії та поверхні рівня. Границя функції багатьох змінних. Неперервність функції (означення).

Література: [1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 14].

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. Похідні другого порядку, похідні вищих порядків.
4. Екстремум функції багатьох змінних (приклад).
5. Необхідні умови екстремуму.
6. Достатні умови екстремуму.
7. Умовний екстремум функції багатьох змінних. Метод множників Лагранжа.
8. Застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва.

Література: [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 14].

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: [1, 4, 5, 11, 12, 13].

Змістовий модуль 4. Інтегральне числення

Тема 4. Невизначений інтеграл.

1. Первісна функція та її властивість.
2. Невизначений інтеграл та його властивості.
3. Знаходження витрат та прибутків виробництва за їхніми маржинальними значеннями.
4. Таблиця невизначених інтегралів.
5. Безпосереднє інтегрування.
6. Метод підстановки.
7. Інтегрування частинами.

Література: [1, 2, 5, 6, 7, 11, 12].

Тема 5. Інтегрування раціональних дробів та тригонометричних функцій.

1. Поняття раціонального дробу.
2. Інтегрування найпростіших раціональних дробів.
3. Інтегрування правильних раціональних дробів.
4. Інтегрування неправильних раціональних дробів.
5. Інтегрування тригонометричних функцій виду.
6. Універсальна тригонометрична підстановка.
7. Інтегрування найпростіших ірраціональностей. Тригонометричні підстановки.
8. Поняття про невизначений інтеграл, що не має первісних в елементарних функціях.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 13, 14].

Тема 6. Визначений інтеграл та його властивості. Зв'язок між невизначеним та визначеним інтегралами.

1. Задача про площу криволінійної трапеції.
2. Задача про об'єм виробництва із змінною продуктивністю праці.
3. Поняття визначеного інтеграла та його властивості.
4. Теорема про середнє для визначеного інтеграла.
5. Властивості визначеного інтеграла із змінною верхньою межею.
6. Формула Ньютона-Лейбніца.
7. Способи обчислення визначеного інтеграла. **Література:** [1, 2, 6, 7, 8, 9, 14].

Тема 7. Застосування визначених інтегралів. Невласні інтеграли.

1. Застосування визначених інтегралів для обчислення площ плоских фігур.
2. Застосування визначеного інтеграла для обчислення об'ємів тіл обертання.
3. Економічні задачі:
 - а) максимізація прибутку за часом;
 - б) задачі про витрати, дохід прибуток;
 - в) обчислення коефіцієнта Діні при знаходженні нерівномірності розподілу доходів та прибуткового податку населення.
4. Невласні інтеграли та їх знаходження. Інтеграл Пуассона. Функція Лапласа та її використання в статистичних дослідженнях.

Література: [1, 4, 5, 6, 9, 10, 11].

Змістовий модуль 5. Економічна динаміка та її моделювання: диференціальні та різницеві рівняння. Ряди.

Тема 8. 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: [1, 2, 4, 9, 10, 14].

Тема 9. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку.

1. Диференціальні рівняння з відокремленими змінними.
2. Лінійні диференціальні рівняння 1-го порядку.
3. Однорідні диференціальні рівняння.
4. Застосування диференціальних рівнянь (економічні задачі):
 - 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.

Література: [1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12].

Тема 10. Лінійні диференціали II-го порядку.

1. Лінійні однорідні диференціали II-го порядку. Лінійні неоднорідні диференціали 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.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13].

Тема 11. Лінійні диференціальні рівняння II-го порядку з постійними коефіцієнтами.

1. Розв'язування лінійних однорідних диференціальних рівнянь II-го порядку з постійними коефіцієнтами.
2. Розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь II-го порядку з постійними коефіцієнтами.

Література: [1, 2, 5, 6, 7, 11, 12].

Тема 12. Різницеві рівняння.

1. Поняття різниці та різницевого рівняння.
2. Різницеві рівняння першого порядку з сталими коефіцієнтами.
3. Різницеві рівняння II-го порядку з сталими коефіцієнтами.
4. Застосування різницевих рівнянь в економічних задачах:
 - а) знаходження величини вкладу під складні проценти за визначений проміжок часу;
 - б) знаходження та аналіз функції рівноважної ціни.

Література: [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 14].

Тема 13. Числові ряди та їх збіжність.

1. Поняття числових рядів.
2. Сума ряду. Збіжність числового ряду.
3. Необхідна умова збіжності.
4. Ряд геометричної прогресії,
5. Використання ряду геометричної прогресії в моделі Кейнса.
6. Гармонічні ряди.
7. Достатні умови збіжності числових рядів. Знакозмінні ряди. Ознака порівняння рядів.
8. Ознака Даламбера.

9. Інтегральна ознака Коші (без доведення).
10. Поняття про знакозмінні і знакоперемінні ряди.
5. Ознака Лейбніца.
6. Абсолютна і умовна збіжність знакозмінних рядів.

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 14].

Тема 14. Степеневі ряди.

1. Поняття про функціональні ряди та їх збіжність.
2. Степеневий ряд. Сума степеневого ряду. Радіус збіжності степеневого ряду.
3. Теорема Абеля.
4. Почленне диференціювання і інтегрування степеневого ряду.

Література: [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13].

Тема 15. Розклад функцій в степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближень обчислень.

1. Ряд Тейлора
2. Ряд Маклорена.
3. Розклад елементарних функцій в степеневі ряди. Біном Ньютона.
4. Наближене обчислення значень функції.
5. Наближене обчислення визначених інтегралів.
6. Приклади застосування степеневих рядів.

Література: [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14].

4. Структура залікового кредиту з дисципліни

"Вища математика"

(денна форма навчання)

Структура I залікового кредиту

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Інд. робота	Тренінг, КПЗ	СРС	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Елементи лінійної і векторної алгебри та аналітичної геометрії						
Тема 1. Елементи теорії визначників	2	1	0,5		2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 2. Елементи теорії матриць	2	1			2	
Тема 3. Загальна теорія систем лінійних алгебраїчних рівнянь	2	2			2	
Тема 4. Елементи матричного аналізу	2	2			2	
Тема 5. Елементи векторної алгебри	2	2	0,5	4	2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 6. Елементи аналітичної геометрії	2	2			2	
Тема 7. Канонічні лінії другого порядку	2	2			2	
Тема 8. Побудова математичних моделей задач лінійного програмування	2	2			2	
Змістовий модуль 2. Математичний аналіз функції однієї змінної						
Тема 9. Функції та їх графіки.	2	1	1	3	2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 10. Елементи теорії границь	2	1			2	
Тема 11. Дві визначні границі. Неперервність функції	2	2			2	

Тема 12. Елементи фінансової математики та математичної економіки	2				2	
Тема 13. Диференціальне числення функції однієї змінної. Похідна функції та основні правила диференціювання	2	2	0,5		2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 14. Основні теореми про диференційовані функції	1	1			2	
Тема 15. Диференціал функції та його застосування	1	1		2		
Тема 16. Дослідження функцій та побудова їх графіків. Екстремум функції	1	1	0,5	2		
Тема 17. Повне дослідження функції	1	1		2		

Структура II залікового кредиту

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Інд. робота	Тренінг, КПЗ	СРС	Контрольні заходи
Змістовий модуль 3. Функції багатьох змінних						
Тема 1. Основні поняття функції багатьох змінних та їх інтерпретації в економічній теорії	2	1	1		2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 2. Диференційованість та екстремум функції багатьох змінних	2	2		2		
Тема 3. Побудова емпіричних формул	2	1		2		
Змістовий модуль 4. Інтегральне числення						
Тема 4. Невизначений інтеграл	2	2	1	3	2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 5. Інтегрування раціональних дробів	1	1			2	
Тема 6. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій	1	1			2	
Тема 7. Визначений інтеграл та його властивості	1	1			2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 8. Зв'язок невизначеного і визначеного інтегралів	1	1			2	
Тема 9. Застосування визначених інтегралів. Невласні інтеграли	2	2			2	
Змістовий модуль 5. Диференціальні та різницеві рівняння. Ряди						
Тема 10. Диференціальні рівняння I-го порядку	2	1	1	3	2	Усне опитування, тести, завдання
Тема 11. Розв'язування диференціальних рівнянь I порядку	2	1			2	
Тема 12. Лінійні диференціальні II-го порядку	2	2			2	
Тема 13. Лінійні диференціальні рівняння II-го порядку з постійними коефіцієнтами	2	1			2	

Тема 14. Різницеві рівняння	2	1			2	
Тема 15. Числові ряди та їх збіжність	1	2			2	Усне опитуван ня, тести, завдання
Тема 16. Достатні умови збіжності числових рядів. Знакозмінні ряди	1	2			2	
Тема 17. Степеневі ряди	2	1	1		2	
Тема 18. Розклад функцій в степеневі ряди. Застосування степеневих рядів для наближених обчислень	2	1			2	
Разом	60	60	7	13	70	

5. Тематика практичних занять

I семестр

Практичне заняття 1.

Тема: Визначники та їх обчислення. Матриці та дії над ними

Мета: Виробляти вміння обчислити визначники II-го, III-го та вищих порядків і виконувати дії над матрицями.

Питання до обговорення:

1. Визначники II та III порядку, їх обчислення.
2. Розклад визначників III і вищих порядків за елементами його стрічки (стовпчика).
3. Дії над матрицями.
4. Обернена матриця та її знаходження.
5. Ранг матриці та його знаходження.
6. Економічні задачі з використанням теорії матриць.

Література: [2, 3, 5, 7, 9].

Практичне заняття 2.

Тема: Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Мета: Формувати інтерес до застосування системи лінійних алгебраїчних рівнянь в економічних задачах та вміння їх розв'язувати.

Питання до обговорення:

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

Література: [1, 2, 3, 5, 7].

Практичне заняття 3.

Тема: Дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Мета: Засвоїти особливості систем алгебраїчних рівнянь. Усвідомити їх значення в економіці.

Питання до обговорення:

1. Дослідження систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
2. Поняття про загальний і базисний розв'язок.
3. Поняття про однорідні системи лінійних рівнянь.
4. Задача міжгалузевого балансу.
5. Задача знаходження витрат сировини, палива та трудових ресурсів.

Література: [3, 5, 6, 7].

Практичне заняття 4.

Тема: Елементи векторної алгебри

Мета: Розширити знання про вектори та дії над ними.

Питання до 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.

Література: [1, 3, 5, 6, 10].

Практичне заняття 5.

Тема: Пряма лінія та площа

Мета: Систематизувати знання про пряму та площину. Установити взаємозв'язок між рівняннями прямої та площини і економічними залежностями.

Питання до обговорення:

1. Типи рівнянь прямої на площині.
2. Загальне рівняння прямої та його дослідження.
3. Знаходження кута між двома прямими.
4. Віддаль від точки до прямої.
5. Площина. Різні види рівнянь площини.
6. Економічні задачі на знаходження точки рівноваги та областей прибутків і збитків.

Література: [3, 4, 5, 6, 7].

Практичне заняття 6.

Тема: Канонічні рівняння ліній другого порядку

Мета: Поглибити уявлення про лінії другого порядку.

Питання до обговорення:

1. Побудова ліній другого порядку за рівнянням.
2. Задачі на складання рівнянь кола, еліпса, гіперболи та параболі.
3. Застосування ліній другого порядку в економічних дослідженнях.

Література: [4, 5, 6, 7].

Практичне заняття 7.

Тема: Задачі лінійного математичного програмування

Мета: Засвоїти особливості побудови та розв'язування задач лінійного математичного програмування.

Питання до обговорення:

1. Розв'язування систем лінійних нерівностей.
2. Графічний метод розв'язування ЗЛМП.

Література: [3, 4, 5, 7].

Практичне заняття 8.

Тема: Модульна робота № 1

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

Практичне заняття 9.

Тема: Функції та їх графіки. Границі числових послідовностей

Мета: Систематизувати знання студентів про функції. Установити сутність функцій в економічних залежностях.

Питання до обговорення:

1. Визначення, способи задання функції. Основні елементарні функції.
2. Функції Філіпса, Лаффера, попиту і пропозиції та їхні графіки.
3. Числові послідовності та їхні границі.
4. Розкриття найпростіших типів невизначеностей.

Література: [1, 2, 6, 7].

Практичне заняття 10.

Тема: Дві визначні границі. Неперервність функції

Мета: Виробляти вміння обчислити границі функцій за допомогою першої та другої визначних границь.

Питання до 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.
- Елементи фінансової математики та математичної економіки (самостійна робота).
5. Обчислення простих і складних відсотків.
 6. Задачі на розрахунок ренти і погашення боргу.
 7. Задачі на обчислення неперервних відсотків.
 8. Дисконтування по простих і складних відсоткових ставках.

Література: [1, 2, 3, 6, 7].

Практичне заняття 11.

Тема: Похідна функції в точці. Диференційованість функції. Економічний зміст похідної

Мета: Закріпити вміння обчислити похідні функцій. Усвідомити економічний зміст похідної.

Питання до обговорення:

1. Означення похідної функції у точці.
2. Геометричний, фізичний і економічний зміст похідної.
3. Основні правила диференціювання.
4. Похідні елементарних функцій.
5. Похідна складної функції.
6. Похідна оберненої та неявно заданої функції.
7. Похідні вищих порядків.

Література: [3, 4, 5, 11].

Практичне заняття 12.

Тема: Диференціал функції. Застосування похідної

Мета: Систематизувати знання про похідну функції та установити взаємозв'язок похідної з диференціалом функції.

Питання до обговорення:

1. Визначення диференціала та його геометричний зміст.
2. Диференціал суми, добутку, частки функцій.
3. Диференціал складної функції.
4. Застосування диференціала до наближених обчислень.
5. Правило Лопітала та його застосування.

Література: [1, 4, 5, 6, 7].

Практичне заняття 13.

Тема: Модульна робота № 2

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

Практичне заняття 14.

Тема: Екстремум функції. Застосування похідної до розв'язування економічних задач. Повне дослідження функції та побудова її графіка

Мета: Засвоїти особливості знаходження екстремуму функції з допомогою похідних. Поглибити уявлення про економічний зміст похідної.

Питання до обговорення:

1. Умови зростання та спадання функції в точці.
2. Необхідні та достатні умови екстремуму.
3. Найбільше та найменше значення функції.
4. Задачі економіки з використанням похідних: *(самостійна робота)*
 - а) еластичність попиту відносно ціни і прибутку;
 - б) еластичність пропозиції;
 - в) еластичність повних і середніх затрат.

Випуклість та вгнутість графіка функції.

5. Знаходження точок перегину графіка функції.
6. Знаходження асимптот.
7. Загальна схема дослідження і побудови графіка функції.
8. Приклади задач оптимізації з економічним змістом.

Література: [1, 2, 5, 6, 11].

Практичне заняття 15.

Тема: Модульна робота № 3

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

II СЕМЕСТР

Практичне заняття 1.

Тема: Диференціювання функцій багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних

Мета: Систематизувати та закріпити знання про диференційованість функцій багатьох змінних.

Питання до обговорення:

1. Область визначення, лінії рівня, границі та неперервність функції в точці.
2. Частинні похідні першого та другого порядку функції двох змінних.
3. Частинні похідні вищих порядків.
4. Градієнт функції.
5. Похідна функції по напрямку.
5. Необхідні умови екстремуму функції двох змінних.
6. Достатні умови екстремуму функції двох змінних.
7. Умовний екстремум функції багатьох змінних. Функція Лагранжа.
8. Задачі нелінійного математичного програмування.

Література: [1, 2, 4, 7, 10].

Практичне заняття 2.

Тема: Застосування функцій багатьох змінних в економіці. Емпіричні формули

Мета: Закріпити вміння дослідити функції багатьох змінних та застосувати їх в економічних задачах.

Питання до обговорення:

1. Застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва.
2. Функції Кобба-Дугласа. Рівняння Фішера.
3. Еластичність функції багатьох змінних.
4. Побудова емпіричної лінійної залежності між двома величинами методом найменших квадратів.
5. Побудова емпіричних формул для нелінійних залежностей: параболічна, гіперболічна, показникові, степенева.

Література: [1, 3, 4, 7].

Практичне заняття 3.

Тема: Невизначений інтеграл та методи інтегрування

Мета: Сформувати навички обчислення невизначеного інтеграла різними методами.

Питання до 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.

Література: [1, 4, 5, 8].

Практичне заняття 4.

Тема: Інтегрування раціональних дробів. Інтегрування тригонометричних та ірраціональних функцій

Мета: Оволодіти вмінням інтегрувати раціональні дроби, тригонометричні ірраціональні функції.

Питання до обговорення:

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

5. Універсальна підстановка.
6. Інтегрування найпростіших ірраціональностей.
7. Тригонометричні підстановки.

Література: [1, 5, 6, 9].

Практичне заняття 5.

Тема: Визначений інтеграл

Мета: Сформувати навички обчислення визначеного інтеграла із врахуванням його властивостей

Питання до обговорення:

1. Інтегральна сума для неперервної функції на відрізку.
2. Визначений інтеграл як границя інтегральної суми.
3. Основні властивості визначеного інтеграла.
4. Формула Ньютона-Лейбніца.
5. Методи обчислення визначеного інтеграла.

Література: [1, 4, 5, 6, 11, 14].

Практичне заняття 6.

Тема: Застосування визначеного інтеграла. Невласні інтеграли

Мета: Відпрацювати навички обчислення площ фігур, об'ємів тіл обертання та вирішення економічних задач застосовуючи визначений інтеграл.

Питання до обговорення:

1. Обчислення площ криволінійних плоских фігур.
2. Обчислення об'ємів тіл обертання.
3. Типи невластних інтегралів.
4. Економічні задачі:
 - а) максимізація прибутку за часом;
 - б) задачі про витрати, дохід прибуток;
 - в) обчислення коефіцієнта Діні при знаходженні нерівномірності розподілу доходів та прибуткового податку населення.
5. Формула для обчислення різних типів невластних інтегралів.
6. Інтеграл Пуассона та Лапласа та їх використання в статистичних дослідженнях.

Література: [1, 4, 5, 7, 13].

Практичне заняття 7.

Тема: Модульна робота № 1

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

Практичне заняття 8.

Тема: Диференціальні рівняння першого порядку

Мета: Сформувати навички розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку.

Питання до обговорення:

1. Означення диференціального рівняння 1-го порядку.
2. Задача Коші для диференціального рівняння 1-го порядку.
3. Розв'язування диференціальних рівнянь з відокремлювальними змінними.
4. Лінійні диференціальні рівняння, що приводять до диференціальних рівнянь I-го порядку.
5. Застосування диференціальних рівнянь:
 - 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.

Література: [1, 4, 5, 6, 12].

Практичне заняття 9.

Тема: Лінійні диференціальні рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами

Мета: Систематизувати знання та засвоїти вміння розв'язування диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Питання до обговорення:

1. Розв'язування лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Література: [1, 5, 6,14].

Практичне заняття 10.

Тема: Неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку. Різницеві рівняння

Мета: Систематизувати знання та засвоїти вміння розв'язування неоднорідні диференціальних рівнянь другого порядку та різницевих рівнянь.

Питання до обговорення:

1. Розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь II-го порядку з постійними коефіцієнтами.
2. Задача Коші.
3. Різницеві рівняння I порядку з сталими коефіцієнтами.
4. Різницеві рівняння II порядку з сталими коефіцієнтами.
5. Застосування різницевих рівнянь в економіці: а) знаходження величини вкладу під складні проценти за визначений проміжок часу; б) знаходження та аналіз функції рівноважної ціни.

Література: [1, 3, 6, 7].

Практичне заняття 11.

Тема: Числові ряди та їх збіжність

Мета: Закріпити вміння дослідити на збіжність ряди

Питання до обговорення:

1. Поняття числового ряду.
2. Сума ряду. Збіжність числового ряду.
3. Необхідна умова збіжності числового ряду.
4. Ряд геометричної прогресії.
5. Застосування ряду геометричної прогресії в моделі Кейнса.
6. Гармонійні ряди.

Література: [1, 5, 6, 7, 9, 12].

Практичне заняття 12.

Тема: Достатні ознаки збіжності числових рядів

Мета: Сформувати навички застосування ознак Даламбера, Коші та Лейбніца при дослідженні на збіжність числових рядів.

Питання до обговорення:

1. Ознаки порівняння рядів.
2. Ознака Даламбера.
3. Інтегральна ознака Коші
4. Поняття про знакозмінні і знакозмінні ряди.
5. Ознака Лейбніца.
6. Абсолютна та умовна збіжність.

Література: [1, 3, 4, 5].

Практичне заняття 13.

Тема: Модульна робота № 2

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

Практичне заняття 14.

Тема: Достатні ознаки збіжності числових рядів

Мета: Сформувати навички розкладу функцій в степеневий ряд.

Питання до обговорення:

1. Степеневий ряд. Сума степеневого ряду.
2. Радіус збіжності степеневого ряду.
3. Визначення області збіжності степеневого ряду.
4. Розклад функцій в ряд Тейлора.
5. Розклад функцій в ряд Маклорена.

6. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень.

7. Інтегрування функцій з допомогою степеневих рядів.

Література: [1, 3, 4, 7, 10, 13].

Практичне заняття 15.

Тема: Модульна робота № 3

Мета: Перевірити рівень засвоєння знань.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання реалізується у формі практичних задач, вирішення яких потребують успішного засвоєння змісту дисципліни та отримання навиків застосування набутих знань шляхом проведення певних розрахунків, обґрунтування розв'язків тощо.

КПЗ покликанні сформувані у студента практичні навички з питань економічного обґрунтування задач математичного змісту.

Кожен студент отримає індивідуально практичні завдання, включаючи таблиці з вихідними даними.

На захисті КПЗ студент повинен володіти теоретичним матеріалом, який формує основу вміння розв'язання практичних завдань.

7. Самостійна робота

1. Визначники другого та третього порядку.
2. Мінори та алгебраїчні доповнення. Розклад визначника третього порядку.
3. Визначники n -го порядку та їх обчислення.
4. Матриці. Види матриць. Дії над матрицями.
5. Обернена матриця.
6. Ранг матриці та його знаходження.
7. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь та їх розв'язки.
8. Матричний метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
9. Правило Крамера.
10. Метод Гаусса.
11. Метод Жордана-Гаусса.
12. Метод координат на площині та в просторі. Застосування методу координат.
13. Вектори та дії над векторами.
14. Проекція вектора на числову вісь та її властивості.
15. Розклад вектора на компоненти. Модуль вектора.
16. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами.
17. Пряма лінія на площині. Різні види рівнянь прямої.
18. Кут між двома прямими. Умови паралельності та перпендикулярності прямих.
19. Загальне рівняння прямої та його дослідження. Віддаль точки до прямої.
20. Поняття про криві другого порядку. Рівняння кола.
21. Еліпс. Канонічне рівняння еліпса.
22. Гіпербола. Канонічне рівняння гіперболи.
23. Парабола. Канонічне рівняння параболи. Застосування кривих другого порядку в економічних дослідженнях.
24. Загальне рівняння площини та його дослідження.
25. Кут між двома площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин.

26. Різні види рівнянь прямої в просторі.
27. Кут між двома прямими в просторі.
28. Кут між прямою і площиною. Умови паралельності і перпендикулярності прямої і площини.
29. Визначення функції. Способи задання функцій, класифікація функцій.
30. Числова послідовність. Границя числової послідовності.
31. Арифметична прогресія. Обчислення простих процентів.
32. Геометрична прогресія. Обчислення складних процентів.
33. Задачі про розрахунки ренти та погашення боргу.
34. Основні теореми про границі числових послідовностей.
35. Границя функції в точці. Основні теореми про границі функції в точці.
36. Дві визначні (чудові) границі.
37. Використання показникової функції при обчисленні неперервних процентів.
38. Неперервність функції в точці. Класифікація точок розриву.
39. Частинні похідні першого та другого порядку функції двох змінних.
40. Частинні похідні вищих порядків.
41. Застосування частинних похідних в задачах економіки: оптимізація витрат та прибутків виробництва.
42. Первісна функція.
43. Невизначений інтеграл та його властивості.
44. Інтегрування найпростіших раціональних дробів.
45. Розклад правильних і неправильних раціональних дробів на прості.
46. Визначений інтеграл як границя інтегральної суми.
47. Основні властивості визначеного інтеграла.
48. Формула Ньютона-Лейбніца.
49. Лінійні диференціальні рівняння I-го порядку.
50. Лінійні диференціальні рівняння II-го порядку.
51. Лінійних неоднорідні диференціальні рівняння II-го порядку з постійними коефіцієнтами.
52. Задача Коші.
53. Ознаки збіжності числових рядів.
54. Степеневі ряди.
55. Розклад функції в степеневі ряди.
56. Розклад функцій в ряд Тейлора.
57. Розклад функцій в ряд Маклорена.

8. Тренінг з дисципліни:

Тематика: Роль інформаційних технологій та соціальних мереж у процесі освоєння курсу «Вища математика»

Порядок проведення тренінгу:

1. Вступне слово для забезпечення позитивної атмосфери під час тренінгу.
2. Ознайомлення із ключовими питаннями, які виникають у студентів під час виконання домашньої та самостійної роботи з вищої математики.
3. Перелік основного програмного забезпечення та інтернет-сайтів, що сприятимуть ефективному виченю теоретичного матеріалу та виконанню практичних завдань.

4. Мультимедійна презентація послідовності вивчення курсу з застосуванням інформаційних технологій.
5. Дискусія та вислухання пропозицій студентів.
6. Узагальнення пропозицій та формулювання висновків.

Література:

1. Вивчення математики онлайн: <http://ua.onlinemschool.com/math/assistance/> .
2. Освітні ресурси інтернету: <https://sites.google.com/site/osvitnires/navcalni-pred/matematika/rozv-mat-zad-onl> .

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Вища математика» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий екзамен;
- інше.

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:

На залік:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3
30%	40%	30%
1. Опитування (тестування) під час заняття (теми 1-8 по 5 балів) = 40 балів. 2. Письмова робота = 60 балів	1. Опитування (тестування) під час заняття (тема 9-17 по 3 бали) = максимум 30 балів. 2. Письмова (контрольна) робота = 70 балів.	1. Активність участі у тренінгу = 20 балів. 2. Підготовка КПЗ, на основі сформованих індивідуальних завдань = 50 балів. Захист КПЗ = 30 балів.

На іспит:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4(екзамен)
20%	20%	20%	40%

1. Опитування (тестування) під час заняття (теми 1-8 по 5 балів) = 40 балів. 2. Письмова робота = 60 балів	3. Опитування (тестування) під час заняття (тема 9-17 по 3 бали) = максимум 30 балів. 4. Письмова (контрольна) робота = 70 балів.	3. Активність участі у тренінгу = 20 балів. 4. Підготовка КПЗ, на основі сформованих індивідуальних завдань = 50 балів. Захист КПЗ = 30 балів.	1. Відповідь на два теоретичних запитання, кожне з яких = 20 балів, а у підсумку = 40 балів. 2. Два практичних завдання по 30 балів кожне, у підсумку = 60 балів
---	--	--	---

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	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	Індивідуальні завдання для самостійного виконання (електронний варіант)	2-10
2.	Електронний варіант лекцій.	1-10

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література:

1. Вища математика. Підручник. За редакцією Шинкарика М.І.. – Тернопіль, вид-во Карп'юка, 2003, 480 с.
2. Типові індивідуальні розрахункові завдання з вищої математики. Навч. посібник. За редакцією доц. Шинкарика М.І., Тернопіль, вид-во Карп'юка, 2004, 206 с.
3. Барковський В. В., Барковська Н.В. Математика для економістів. Вища математика. – К.: Національна академія управління, 1997. – 397 с.
4. Вища математика: Навч. – метод. Посібник для самостійного вивчення

дисципліни / К. Г.Валеев , І. А. Джалладова , О. І. Лютий та ін.– К.: КНЕУ, 1999. – 396 с.

5. Вища математика (тексти лекцій та індивідуальні завдання для студентів-заочників). За редакцією Шинкарика М.І. Тернопіль, вид-во “Збруч”, 2005. – 216с.

Додаткова література:

6. Кузьма О.В. Вища математика. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Елементи векторної алгебри. Конспект лекцій. [Електронний ресурс]: навч. посіб. / О.В. Кузьма, О.В. Суліма, Т.О. Рудик та інш.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,50 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 127 с.
7. Дубчак В. М. Вища математика в прикладах та задачах. Навчальний посібник / В.М.Дубчак, В.М.Пришляк, Л.І.Новицька. – Вінниця: ВНАУ, 2018. – 254 с.
8. Харченко А.П. Вища математика в прикладах і задачах, частина І: Навчальний посібник / А.П.Харченко, В.О.Гаєвська, Г.В.Лисянська. – Х:НТМТ, 2017. – 194 с.
9. Харченко А.П. Вища математика в прикладах і задачах, частина ІІ: Навчальний посібник / А.П.Харченко, В.О.Гаєвська, Г.В.Лисянська. – Х:НТМТ, 2017. – 233 с.
10. Вища математика: базовий підручник для вузів / В.С.Пономаренка. – Х.: Фоліо, 2016. – 669 с.
11. Герасимчук В. С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах / В.С.Герасимчук, Г.С.Васильченко, В.І.Кравцов. – К.: Книги України ЛТД, 2015. – 470 с.
12. Практикум з вищої математики: Навчальний посібник / За ред. В.О.Ковалю. – Ж: ЖДТУ, 2008. – 448 с.
13. Вища математика. Загальний курс: Збірник задач та вправ. / А.Д.Тевяшев, О.Г.Литвин. URL: <https://www.twirpx.com/file/277182/>
14. Вища математика. Збірник задач: Навчальний посібник / В.П.Дубовик. URL: https://issuu.com/erudynet/docs/1dubovik_v_p_yurik_i_i_vishcha_mate