

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорт  
Факультет Управління процесами перевезень  
Кафедра: Вищої математики та фізики

## **РОБОЧА ПРОГРАМА**

Назва освітньої компоненти: **Вища та прикладна математика**

Код та назва спеціальності: **D2 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок**

Назва освітньої програми: **Фінанси, банківська справа та страхування**

Рівень освіти: бакалавр

Форма навчання: денна/ заочна

Семестр: 1,2

Кількість кредитів ЄКТС: 9

Форма підсумкового контролю: 1 семестр - залік;

2 семестр - екзамен

Розробник програми: проф. Панченко Н.Г.

Місто Харків, 2025

## **2 ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

Галузь знань: D Бізнес, адміністрування та право

Обов'язкова / Вибіркова: Обов'язкова

Курс: 1 / Семестр: 1,2

## **3 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ**

Резуненко Марина Євгенівна (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: Rezunenکو@kart.edu.ua;

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,

аудиторії 2. 415, 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM: <https://us02web.zoom.us/j/9389833449?pwd=NEIrMlVHWHXlTZVBJOTThqY3VrbytuZz09> ,

ідентифікатор конференції: 938 983 3449,

код доступу: 757192

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Панченко Наталія Георгіївна (доктор економічних наук, професор)

Контакти: +38(057)730-10-38, e-mail: panchenko\_n@krt.edu.ua

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,

аудиторії 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM: <https://us04web.zoom.us/j/9623347150?pwd=TjBjRS92WThXRtFsd2VvKzcyRVk5dz09>

ідентифікатор конференції: 962 334 7150

код доступу: DСa9vg

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Лапта Станіслав Сергійович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: lapta@kart.edu.ua

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,

аудиторії 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://us05web.zoom.us/j/2649486461?pwd=NmU1b29Rb1hqQTVvVlJrUzMrUUwrQT09>

ідентифікатор конференції: 264 948 6461,

код доступу: 3w0HnZ

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Осмаєв Олег Аданійович (кандидат фізико-математичних наук, доцент)

Контакти:+38 (057) 730-10-38, e-mail: osmayev@kart.edu.ua

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,

аудиторії 2.417, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://zoom.us/j/96661450650?pwd=SW9Ob2FmSzJFME5vdFJsSUd0QitEUT09>

ідентифікатор: 966 6145 0650,

код доступу: 2Nzp8h

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Храбустовський Володимир Іванович (кандидат фізико-математичних наук, доцент)

Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: [khrabustovsky@kart.edu.ua](mailto:khrabustovsky@kart.edu.ua)

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,  
аудиторії 2.417, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://us02web.zoom.us/j/8816225263?pwd=YkRHUWZwNINsYk9rU1RFaW52QTBudz09>

ідентифікатор: 881 622 5263,

код доступу: 480071

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Рибачук Олена Василівна (старший викладач),

Контакти: +38 (057)-730-10-38, e-mail: [rybachuk@kart.edu.ua](mailto:rybachuk@kart.edu.ua).

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,  
аудиторії 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://us02web.zoom.us/j/9653364083?pwd=bGc0WGNDUmhPYkh0bStTT3h2dHJCQT09>

ідентифікатор конференції: 965 336 4083,

код доступу: VM2023

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

Сінявіна Лариса Олександрівна (старший викладач)

Контакти: +38 (057) 730-10-38, e-mail: [sinyavina@kart.edu.ua](mailto:sinyavina@kart.edu.ua)

місто Харків, майдан Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,  
аудиторії 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://us04web.zoom.us/j/2249797286?pwd=6Wm5PDHTe8UVskv6B9KzUrtkKFRoHJ.1>

ідентифікатор конференції 224 979 7286

код доступу 14021931

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

## **4 МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

Мета навчальної компоненти: Формування у здобувачів вищої освіти системи базових математичних знань, розвиток логічного й алгоритмічного мислення, а

також опанування математичного інструментарію для побудови моделей, аналізу та розв'язання прикладних задач у

професійній діяльності.

Завдання компоненти:

*1) Теоретичні завдання (Знання):*

- Засвоєння фундаментальних понять: вивчення основ лінійної та векторної алгебри, аналітичної геометрії, диференціального та інтегрального числення;

- Розуміння принципів моделювання: вивчення етапів побудови економіко-математичних моделей реальних процесів;

- Основи аналізу даних: вивчення елементів теорії ймовірностей та математичної статистики як інструменту для обробки великих масивів інформації.

*2) Практичні завдання (Вміння):*

- Обчислювальні навички: формування вміння розв'язувати системи лінійних рівнянь, виконувати операції над матрицями, знаходити похідні та інтеграли різного рівня складності;

- Дослідження процесів: використання апарату математичного аналізу для знаходження екстремумів, оптимальних значень;

- Математична формалізація: вміння перекладати фахові задачі з «мови предметної галузі» на «мову математичних символів»;

- Застосування ІТ-інструментів: навчання використанню спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, MS Excel, GeoGebra Classic, тощо) для реалізації складних обчислень.

*3) Аналітичні завдання:*

- Розвиток логічного мислення: формування здатності до строгого доведення, послідовного викладу думок та алгоритмічного підходу до вирішення проблем;

- Інтерпретація результатів: розвиток вміння пояснювати отримані математичні показники у контексті реальної ситуації (наприклад економічний сенс еластичності);

- Самостійна робота: формування навичок пошуку оптимальних методів розв'язання задач у довідковій та науковій літературі.

## **5 КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

*Інтегральна компетентність:* Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми в ході професійної діяльності у галузі фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку або у процесі навчання, що передбачає застосування окремих методів і положень фінансової науки та характеризується невизначеністю умов і необхідністю врахування комплексу вимог здійснення професійної та навчальної діяльності

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Навички використання інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК12 Здатність працювати автономно.

ЗК15. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Фахові компетентності:

СК01. Здатність досліджувати тенденції розвитку економіки за допомогою інструментарію макро та мікроекономічного аналізу, оцінювати сучасні економічні явища.

СК04. Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення фінансових задач.

СК06. Здатність застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання та обробки даних у сфері фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку.

СК07. Здатність складати та аналізувати фінансову звітність.

СК10. Здатність визначати, обґрунтовувати та брати відповідальність за професійні рішення.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР06. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення фінансових задач.

ПР13. Володіти загальнонауковими та спеціальними методами дослідження фінансових процесів.

## **6 ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)**

### *1. Алгебра та початки аналізу (Шкільний курс)*

- Числа та вирази: Дії з дробами, степені з раціональним та від'ємним показником, властивості логарифмів.

- Рівняння та нерівності: Квадратні рівняння, системи лінійних рівнянь, показникові та логарифмічні рівняння.

- Функції та графіки: Розуміння області визначення, парності/непарності, знання графіків базових функцій.

- Початки аналізу: Поняття границі (базове), правила знаходження похідної (таблиця похідних).

- Тригонометрія: Основні тотожності, формули зведення, подвійні кути та розв'язання найпростіших тригонометричних рівнянь.

### *2. Геометрія (Планіметрія та Стереометрія)(Шкільний курс)*

- Вектори: Додавання векторів, множення на число, координати вектора.

- Властивості фігур: Теорема Піфагора, подібність трикутників, обчислення площ та об'ємів (призм, циліндрів, куль).

- Рівняння прямої та кола.

### *3. Спеціалізовані навички (Шкільний курс)*

- Комбінаторика та ймовірність: Основи (перестановки, комбінації) знадобляться для курсу прикладної статистики на залізничному транспорті.
- Робота з калькулятором та таблицями: Вміння швидко оперувати великими числами та розуміти точність наближених обчислень.

## **7 ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)**

### *1. Фундаментальні аналітичні дисципліни:*

- *Оптимізаційні методи та моделі:* Фактично є прямим продовженням курсу вищої та прикладної математики.
- *Економетрика:* Базується на матричній алгебрі та теорії ймовірностей. Використовується для побудови прогнозних моделей розвитку залізничної галузі.
- *Статистика:* Використовує апарат математичної статистики для аналізу обсягів перевезень, пасажирообігу та експлуатаційних показників.
- *Мікроекономіка:* Вимагає знань диференціального числення (похідних) для аналізу граничних витрат та оптимізації прибутку транспортних підприємств.

### *2. Галузеві економічні дисципліни:*

- *Економіка залізничного транспорту:* Розрахунок собівартості перевезень, аналіз використання технічних засобів (вагонів, локомотивів).
- *Економіка праці на залізничному транспорті:* Математичне моделювання фонду оплати праці та продуктивності праці залізничників.

### *3. Управлінські та фінансові дисципліни:*

- *Фінанси підприємств (залізничної галузі):* Розрахунок амортизації складних основних засобів, дисконтування грошових потоків.
- *Логістика та управління ланцюгами постачання:* Розв'язання транспортних задач (оптимізація маршрутів).
- *Інвестування:* Оцінка ефективності капітальних вкладень в інфраструктуру (колії, станції, термінали) через математичне моделювання ризиків.

## **8 ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ**

Відповідно до резолюції ООН №70/1 та Указу Президента України №722/2019, освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку:

***ЦСР 4: Забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх***

ЦРС 4 реалізується через такі ключові аспекти:

- Формує у майбутніх економістів навички кількісного аналізу та фінансової грамотності, що є критичним для прийняття обґрунтованих рішень;
- Навчає будувати логічні ланцюжки та виявляти причинно-наслідкові зв'язки в складних економічних системах.

***Зміст, методи навчання, завдання та результати підтримують ЦРС 4:***

*1. Зміст* навчання спрямований на те, щоб надати студентам інструментарій для кількісного аналізу економічних процесів:

- Лінійна та векторна алгебра: Матричні методи розрахунків витрат, вектор витрат ресурсів;
- Математичний аналіз: Дослідження функцій (попит, пропозиція, витрати);
- Диференціальне та інтегральне числення: Оптимізація прибутку, знаходження надлишку споживача та виробника.
- Теорія ймовірностей: Випадкові події та їх ймовірності, дискретні та неперервні випадкові величини. Це основа для розрахунку економічних ризиків;
- Закони розподілу: Критично важливі для розуміння ринкових коливань та попиту.
- Математична статистика: Вибірковий метод, статистичне оцінювання параметрів;

- Кореляційно-регресійний аналіз: Виявлення зв'язків між економічними показниками.

2. *Методи* навчання стимулюють інклюзивність, критичне мислення та цифрову грамотність:

- Вивчення методів обробки даних у MS Excel, GeoGebra Classic, тощо, що забезпечує відповідність сучасним вимогам ринку праці;

- Створення математичних моделей для малих економічних систем.

3. *Завдання* сформульовані таким чином, щоб розвивати навички, необхідні для успішної кар'єри та суспільного внеску:

- Формування логічного апарату: Навчити будувати строгі аргументовані висновки;

- Математичне моделювання: Навчити перекладати економічні проблеми на мову математики;

- Самоосвіта: Стимулювати здатність до самостійного вивчення нових математичних методів протягом життя.

4. *Результати* навчання

- Здатність будувати та досліджувати математичні моделі економічних об'єктів, процесів і явищ;

- Впевне володіти інструментами автоматизації обчислень;

- Вміти проводити самостійні статистичні дослідження для бакалаврських та магістерських робіт.

***ЦСР 8: Сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх***

ЦСР 8 реалізується через аспект «Прогнозування та моделювання». Це дозволяє розраховувати темпи росту ВВП, рівень інфляції та безробіття, що необхідно для розробки ефективної державної політики.

## *Зміст, методи навчання, завдання та результати підтримують ЦРС 8:*

### *1. Зміст навчання*

- Лінійна алгебра та матричне числення: Студенти опановують прості економіко-математичні моделі. Це дозволяє розраховувати збалансованість економіки, що є критичним для сталого економічного зростання;

- Математичний аналіз в економіці: Вивчення показників еластичності, як міри чутливості однієї економічної величини (наприклад, попиту чи пропозиції) до зміни іншої (ціни, доходу) вчить майбутніх економістів знаходити точку оптимуму, де підприємство працює найбільш ефективно, забезпечуючи стабільні робочі місця.

2. *Методи* навчання спрямовані на подолання розриву між теорією та практикою.

- Комп'ютерне моделювання (MS Excel, GeoGebra Classic, тощо): Студенти не просто рахують у зошитах, а використовують софт для обробки великих масивів даних. Це підвищує технологічний рівень виробництва через інновації;

- Кейс-методи: Розв'язання реальних завдань залізничної галузі. Це готує фахівців, здатних до високопродуктивної праці в стратегічному секторі економіки.

3. *Завдання* формуються таким чином, щоб розвинути навички, необхідні для конкурентоспроможності на ринку праці;

- Задачі на оптимізацію: Використання методів диференціального числення для мінімізації логістичних витрат. Менші витрати — вища прибутковість — можливість підвищувати зарплати працівникам.

### *4. Результати навчання*

- Економічна грамотність та аналітика: Випускник університету стає фахівцем, який приймає рішення на основі цифр, а не інтуїції. Це знижує ризики банкрутства підприємств;

- Зменшення частки молоді, яка не працює: Завдяки сильному математичному підґрунтю, випускники-економісти є затребуваними в банках, логістичних компаніях та держсекторі, що безпосередньо надасть можливість

суттєво скоротити частку молоді, яка не працює, не навчається і не набуває професійних навичок.

## **9 ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

### **1 СЕМЕСТР**

#### **Модуль 1**

##### **Змістовий модуль 1. Елементи лінійної алгебри**

**Тема 1.** Елементи теорії визначників. Методи обчислення визначників. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера.

**Підтема:** Моделювання логістичних ланцюгів постачання гуманітарної допомоги та військового спорядження. Застосування систем лінійних рівнянь та методу Крамера для оптимізації розподілу обмежених ресурсів між різними регіонами.

**Тема 2.** Елементи теорії матриць. Дії над матрицями. Обернена матриця та її застосування.

**Підтема:** Матричні моделі міжгалузевого балансу для планування повоєнного відновлення економіки. Використання матричних операцій та обернених матриць для розрахунку необхідних ресурсів (матеріальних, людських, енергетичних) при реконструкції зруйнованої інфраструктури.

##### **Змістовий модуль 2. Елементи векторної алгебри та аналітичної геометрії**

**Тема 3.** Вектори. Лінійні операції над векторами. Скалярний добуток векторів.

**Тема 4.** Пряма на площині. Криві другого порядку.

**Підтема:** Геометричне проектування інклюзивних міських просторів та зон безпеки. Використання аналітичної геометрії для створення макетів безбар'єрного середовища, де траєкторії руху (прямі та криві) відповідають стандартам доступності для людей з інвалідністю та ветеранів.

## Модуль 2

### Змістовий модуль 3. Вступ до математичного аналізу

**Тема 5.** Огляд елементарних функцій. Застосування функції в економіці  
Границя функції. Розкриття деяких типів невизначеностей.

### Змістовий модуль 4. Диференціальне числення функції однієї змінної

**Тема 6.** Похідна функції та її геометричне тлумачення. Похідна, як швидкість змінення функції. Правила диференціювання. Таблиця похідних. Методи диференціювання. Економічний зміст похідної. Ознаки монотонності. Необхідна та достатні умови локального екстремуму. Найбільше та найменше значення функції на відрізку.

### Змістовий модуль 5. Диференціальне числення функції кількох змінних

**Тема 7.** Функції кількох змінних. Частинні похідні. Похідна за напрямом. Градієнт. Екстремум функції двох змінних.

**Підтема:** Екстремальні задачі в проектуванні безбар'єрного середовища та інклюзивної інфраструктури. Застосування похідної для знаходження найбільших і найменших значень при розрахунку оптимальних параметрів об'єктів (наприклад, кутів нахилу пандусів, ергономіки простору).

## 2 СЕМЕСТР

### Модуль 1.

### Змістовий модуль 6. Інтегральне числення функції однієї змінної

**Тема 8.** Первісна функції. Невизначений інтеграл. Визначений інтеграл та його застосування. Типи диференціальних рівнянь першого порядку, методи їх розв'язання.

### Змістовий модуль 7. Поняття і моделі теорії ймовірностей. Алгебра теорії ймовірностей.

**Тема 9.** Алгебра випадкових подій. Класичне та статистичне означення ймовірності. Теорема додавання ймовірностей.

**Тема 10.** Умовна ймовірність. Теорема добутку ймовірностей. Незалежні події. Ймовірність складених подій. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Схема Бернуллі.

**Підтема:** Байєсівське оцінювання ризиків при гуманітарному розмінуванні територій (Цей підхід є критично важливим для забезпечення безпеки фахівців та цивільного населення, а також для сертифікації розмінованих територій згідно з міжнародними протоколами).

## **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 8. Випадкові величини**

**Тема 11.** Основні поняття про випадкові величини. ДВВ, її закон розподілу, функція розподілу. Числові характеристики ДВВ.

**Тема 12-13.** Неперервна випадкова величина. Щільність розподілу. Числові характеристики НВВ. Основні закони розподілу випадкових величин.

### **Змістовний модуль 9. Випадковий вектор**

**Тема 14.** Двовимірна дискретна випадкова величина та її закон розподілу. Умовний закон розподілу. Числові характеристики двовимірних випадкових величин. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Лінійна регресія.

**Підтема:** Аналіз кореляції між впровадженням стандартів ЄС та темпами економічного зростання регіонів. Вивчення статистичного зв'язку між рівнем гармонізації місцевого законодавства з європейськими нормами та обсягами залучених іноземних інвестицій у повоєнну відбудову.

### **Змістовий модуль 10. Елементи математичної статистики**

**Тема 15.** Первинне опрацювання статистичних даних. Оцінювання параметрів розподілу. Точкові оцінки коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів прямої регресії.

**Підтема:** Статистичний моніторинг показників інклюзії та оцінювання воєнних збитків за методологією Євростату. Методи первинного опрацювання даних та оцінювання параметрів для аналізу соціальних наслідків війни та темпів євроінтеграції.

## **10 ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

### **1 СЕМЕСТР**

1. Елементи теорії визначників. Методи обчислення визначників. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера. Елементи теорії матриць. Дії над матрицями. Обернена матриця та її застосування.

2. Векторна алгебра

3. Прямі на площині. Криві другого порядку.

4. Огляд елементарних функцій. Застосування функції в економіці  
Границя функції. Розкриття деяких типів невизначеностей.

5. Диференціальне числення функції однієї змінної.

6. Диференціальне числення функції кількох змінних.

### **2 СЕМЕСТР**

7. Невизначений інтеграл, визначений інтеграл, ДР.

8. Поняття і моделі теорії ймовірностей. Алгебра теорії ймовірностей.

9. Випадкова величина та її функція розподілу. ДВВ, її закон розподілу.  
Числові характеристики ДВВ.

10. Неперервна випадкова величина. Щільність розподілу. Числові характеристики НВВ.

11. Основні закони розподілу випадкових величин.

12. Двовимірна дискретна випадкова величина.

13. Первинне опрацювання статистичних даних. Оцінювання параметрів розподілу.

14. Точкові оцінки коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів прямої регресії.

## **11 ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

Не передбачено навчальним планом.

## **12 САМОСТІЙНА РОБОТА**

### ***1. Опрацювання теоретичного матеріалу***

Цей вид роботи передбачає самостійне вивчення фундаментальних математичних концепцій та методів, що складають основу дисципліни:

Лінійна та векторна алгебра: вивчення теорії визначників, методів розв'язання СЛАР (метод Крамера), властивостей матриць та операцій над векторами.

Аналітична геометрія: ознайомлення з типами рівнянь прямої та канонічними рівняннями кривих другого порядку.

Математичний аналіз: вивчення теорії границь, правил диференціювання функцій однієї та кількох змінних, а також основ інтегрального числення.

Теорія ймовірностей та статистика: опрацювання законів розподілу випадкових величин, теорем додавання та множення ймовірностей, а також методів первинної обробки статистичних даних.

### ***2. Підготовка до практичних занять***

Студенти мають самостійно підготувати інформацію за прикладними підтемами для подальшого обговорення в аудиторії:

Логістика та відновлення: Застосування матричних моделей для планування повоєнного відновлення економіки.

Інклюзивність та безпека: Геометричне проектування безбар'єрних міських просторів та використання екстремальних задач для розрахунку параметрів інклюзивної інфраструктури.

Оцінка ризиків: Використання Байєсівського підходу для оцінювання ризиків при розмінуванні територій та аналіз кореляції між впровадженням стандартів ЄС і темпами економічного зростання.

### ***3. Виконання індивідуальних завдань***

Практичне застосування отриманих знань через розв'язання конкретних задач:

Обчислювальні задачі: розв'язання систем лінійних рівнянь матричним методом, знаходження похідних та інтегралів, розрахунок числових характеристик випадкових величин.

Прикладне моделювання: розрахунок розподілу ресурсів, побудова траєкторій руху (прямих та кривих) для макетів інклюзивного середовища, знаходження найбільших і найменших значень функцій.

Статистичний аналіз: побудова лінійної регресії, обчислення коефіцієнтів кореляції та точкове оцінювання параметрів розподілу на основі реальних статистичних даних.

### ***4. Підготовка до підсумкового контролю***

Систематизація знань за весь період навчання:

Повторення матеріалу 1 семестру: елементи лінійної та векторної алгебри, аналітична геометрія на площині, диференціальне числення функцій однієї та кількох змінних.

Повторення матеріалу 2 семестру: інтегральне числення, теорія ймовірностей (випадкові події та величини), випадкові вектори та математична статистика.

Самоперевірка: розв'язання комплексних тестів.

## 13 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

### ДЕННА ФОРМА

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
<b>1 СЕМЕСТР</b>					
1	Елементи теорії визначників. Методи обчислення визначників. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера.	2	4	11	17
2	Елементи теорії матриць. Дії над матрицями. Обернена матриця та її застосування.	2	4	11	17
3	Вектори. Означення, координати векторів, проєкція вектора на заданий напрям. Скалярний добуток векторів	2	4	10	16
4	Пряма на площині. Криві другого порядку.	2	4	12	18
5	Границя функції. Розкриття деяких типів невизначеностей.	1	2	10	13
6	Похідна функції та її геометричне тлумачення. Похідна, як швидкість змінення функції. Правила диференціювання. Таблиця похідних. Економічний зміст похідної.	2	4	11	17
7	Застосування похідної до дослідження функцій. Ознаки монотонності. Необхідна та достатні умови локального екстремуму. Найбільше та найменше значення функції на відрізку. Задача на мінімізацію витрат та максимальну виручку. Приклади економічних задач на оптимізацію.	2	4	13	19
8	Функції кількох змінних. Частинні похідні. Екстремум функції двох змінних.	2	4	12	18
<b>Разом за 1 СЕМЕСТР</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>135</b>
<b>2 СЕМЕСТР</b>					
9	Первісна функції. Невизначений інтеграл. Інтегрування частинами та заміна змінної	2	4	11	17
10	Визначений інтеграл та його властивості. Формула Ньютона-Лейбніца. Геометричні та економічні застосування визначених інтегралів. Диференціальні рівняння.	2	4	14	20

	Типи диференціальних рівнянь I – го порядку, методи їх розв’язання				
11	Випадкові події. Алгебра випадкових подій. Події сумісні і несумісні. Класичне, геометричне та статистичне означення ймовірності. Теорема додавання ймовірностей. Умовна ймовірність події. Теорема множення ймовірностей. Незалежні події.	2	4	10	16
12	Ймовірність появи хоча б однієї події. Формула повної імовірності. Формула Байєса. Схема незалежних випробувань. Означення повторних незалежних випробувань. Схема Я. Бернуллі.	2	4	13	19
13	Випадкова величина та її функція розподілу. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Неперервна випадкова величина. Щільність ймовірності та її властивості. Числові характеристики випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.	3	6	14	23
14	Двовимірна дискретна випадкова величина та її закон розподілу. Умовний закон розподілу. Числові характеристики двовимірних випадкових величин. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Умовний розподіл випадкового вектора. Умовні середні. Рівняння лінійної регресії.	2	4	14	20
15	Предмет математичної статистики та її задачі. Генеральна та вибіркова сукупність. Варіаційний ряд. Первісна обробка результатів експерименту. Емпірична функція розподілу. Полігон та гістограма. Застосування коефіцієнт кореляції.	2	4	14	20
<b>Разом за 2 СЕМЕСТР</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>135</b>
<b>Разом за РІК</b>		<b>30</b>	<b>60</b>	<b>180</b>	<b>270</b>

### ЗАОЧНА ФОРМА

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
<b>1 СЕМЕСТР</b>					

1	Елементи теорії визначників. Методи обчислення визначників. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Крамера.	1	1	15	17
2	Елементи теорії матриць. Дії над матрицями. Обернена матриця та її застосування.	1	1	15	17
3	Вектори. Означення, координати векторів, проєкція вектора на заданий напрям. Скалярний добуток векторів	1	1	14	16
4	Пряма на площині. Криві другого порядку.	1	1	16	18
5	Границя функції. Розкриття деяких типів невизначеностей.	1	1	11	13
6	Похідна функції та її геометричне тлумачення. Похідна, як швидкість змінення функції. Правила диференціювання. Таблиця похідних. Економічний зміст похідної.	1	1	15	17
7	Застосування похідної до дослідження функцій. Ознаки монотонності. Необхідна та достатні умови локального екстремуму. Найбільше та найменше значення функції на відрізьку. Задача на мінімізацію витрат та максимальну виручку. Приклади економічних задач на оптимізацію.	1	1	17	19
8	Функції кількох змінних. Частинні похідні. Екстремум функції двох змінних.	1	1	16	18
<b>Разом за 1 СЕМЕСТР</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>119</b>	<b>135</b>
9	Первісна функції. Невизначений інтеграл. Інтегрування частинами та заміна змінної	1	1	15	17
10	Визначений інтеграл та його властивості. Формула Ньютона-Лейбніца. Геометричні та економічні застосування визначених інтегралів. Диференціальні рівняння. Типи диференціальних рівнянь I – го порядку, методи їх розв'язання	1	1	18	20
11	Випадкові події. Алгебра випадкових подій. Події сумісні і несумісні. Класичне, геометричне та статистичне означення ймовірності. Теорема додавання ймовірностей. Умовна ймовірність події.	1	1	14	16

	Теорема множення ймовірностей. Незалежні події.				
12	Ймовірність появи хоча б однієї події. Формула повної імовірності. Формула Байєса. Схема незалежних випробувань. Означення повторних незалежних випробувань. Схема Я. Бернуллі.	1	1	17	19
13	Випадкова величина та її функція розподілу. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Неперервна випадкова величина. Щільність ймовірності та її властивості. Числові характеристики випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення.	1	1	21	23
14	Двовимірна дискретна випадкова величина та її закон розподілу. Умовний закон розподілу. Числові характеристики двовимірних випадкових величин. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Умовний розподіл випадкового вектора. Умовні середні. Рівняння лінійної регресії.	0,5	0,5	19	20
15	Предмет математичної статистики та її задачі. Генеральна та вибіркова сукупність. Варіаційний ряд. Первісна обробка результатів експерименту. Емпірична функція розподілу. Полігон та гістограма. Застосування коефіцієнт кореляції.	0,5	0,5	19	20
<b>Разом за 2 СЕМЕСТР</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>123</b>	<b>135</b>
<b>Разом за РІК</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>242</b>	<b>270</b>

## 14 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

### 1 СЕМЕСТР

1. ІДЗ №1. Елементи теорії матриць.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021.

- 52 с.(Завдання 1)

*Вимоги:* Розв'язок повинен містити покрокові арифметичні дії з матрицями, розрахунок економічних показників (виручки та вартості сировини) та текстовий висновок щодо результатів діяльності підприємства у різних регіонах

## 2. ІДЗ №2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 52 с.(Завдання 2)

*Вимоги:* Розв'язок вважається повним, якщо системи розв'язані двома методами з підтвердженою перевіркою, а прикладну виробничу задачу доведено до визначення конкретних обсягів випуску продукції

## 3. ІДЗ №3. Елементи векторної алгебри.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 52 с.(Завдання 3)

*Вимоги:* Розв'язання вважається повним, якщо проведено комплексний математичний аналіз двох векторів та розв'язано дві прикладні економічні задачі (щодо вартості ресурсів та кредитних виплат) за допомогою апарату векторної алгебри.

## 4. ІДЗ №4. Елементи аналітичної геометрії.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 52 с.(Завдання 4)

*Вимоги:* Виконання вважається повним, якщо студент продемонстрував вміння вільно оперувати різними формами рівнянь прямих, провів повний геометричний аналіз трикутника, розв'язав прикладні економічні задачі на рівновагу та витрати, а також дослідив властивості кривих другого порядку з обов'язковим графічним супроводом кожного завдання.

## 5. ІДЗ №5. Диференціальне числення функції однієї змінної.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 52 с.(Завдання 5)

*Вимоги:* Розв'язання вважається повним, якщо студент не лише правильно обчислив похідні, а й застосував їх для аналізу ринкової еластичності, динаміки продуктивності праці та повного дослідження поведінки функцій з обов'язковими економічними висновками.

6. ІДЗ №6. Диференціальне числення функції кількох змінних.

Індивідуальні завдання для самостійної роботи з дисципліни "Вища та прикладна математика". Ч. I / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 52 с.(Завдання 6)

*Вимоги:* Виконання вважається повним, якщо студент продемонстрував навички диференціювання функцій двох змінних, обчислив векторні характеристики (градієнт), провів оптимізацію (пошук екстремумів) та надав економічну інтерпретацію впливу факторів на обсяг виробництва з точністю до тисячних

## **2 СЕМЕСТР**

1. ІДЗ №1.Інтегральне числення.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 1)

*Вимоги:* Розв'язок вважається повним, якщо студент правильно обчислив невизначені інтеграли, застосував визначений інтеграл для знаходження сумарного випуску продукції та розв'язав задачу Коші для моделі росту в умовах ринку

2. ІДЗ №2. Алгебра подій.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 2)

*Вимоги:* Повний розв'язок має містити обчислення ймовірностей для складних подій через основні теореми, застосування формули повної ймовірності для оцінки ризиків/якості та використання схеми Бернуллі для серійних випробувань з обов'язковим дотриманням даних свого варіанта

3. ІДЗ №3. Випадкові величини. Дискретна випадкова величина.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 3)

*Вимоги:* Повний розв'язок вимагає розрахунку статистичних параметрів однієї величини з графічною візуалізацією її функції розподілу, а також застосування теоретичних властивостей сподівання та дисперсії для операцій з двома незалежними величинами.

4. ІДЗ №4. Випадкові величини. Неперервна випадкова величина.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 4)

*Вимоги:* Розв'язання вважається повним, якщо проведено аналіз щільності розподілу з розрахунком ймовірностей (4.1) та виконана «зворотна» задача з відновлення коефіцієнтів функції за відомими числовими характеристиками (4.2), при цьому обидва завдання супроводжуються графіками.

5. ІДЗ №5. Двовимірні дискретні випадкові величини.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 5)

*Вимоги:* Виконання вважається повним, якщо студент провів повну декомпозицію двовимірної величини на окремі компоненти, дослідив їхні взаємозалежності через умовні закони та кореляцію, а також побудував математичні моделі регресії для обох напрямків залежності.

6. ІДЗ №6. Елементи математичної статистики. Застосування парного коефіцієнта кореляції в економіці.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Вища та прикладна математика». Ч 2 / укладачі : Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко, Л. В. Наземцева . - Харків, 2022. - 49 с. (Завдання 6, Завдання 7)

*Вимоги:* Виконання вважається повним, якщо студент на основі відкоригованої вибірки провів повний цикл статистичної обробки (від ряду до графіків та характеристик) і обчислив заданий коефіцієнт кореляції для дослідження конкретної економічної моделі (безробіття, прибуток, інвестиції чи банківський потенціал).

## **15 МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

### ***Навчальні проєкти (Project-based learning)***

1. Проєкт «Безбар'єрне місто»: Використовуючи методи аналітичної геометрії та диференціального числення, студенти мають розробити макет інклюзивної зони.
2. Кейс «Безпечне розмінування»: Оцінювання ризиків на основі формули Байєса. Студенти аналізують статистичні дані щодо ефективності різних методів розмінування для сертифікації території згідно з міжнародними протоколами

### ***Групова робота та статистичні дослідження***

1. Аналітична група «Інвестиції та Євроінтеграція»: Проводиться дослідження статистичного зв'язу між впровадженням стандартів ЄС та обсягами іноземних інвестицій. Робота включає обчислення коефіцієнта кореляції та побудову лінійної регресії для прогнозування темпів відбудови.
2. Лабораторія «Соціальні наслідки війни»: Проведення первинного опрацювання статистичних даних для аналізу темпів євроінтеграції та соціальних змін у суспільстві.

## **16 ФОРМИ КОНТРОЛЮ**

Поточний контроль: 0-60. Складається з результатів індивідуальних завдань та результатів тематичних контролів.

Модульний контроль: 0-40. Проведення модульної контрольної роботи у тестовій або комбінованій формі.

Підсумковий контроль: 0-100. Є результатом суми поточного та модульного контролю

Загальна модульна оцінка (залік/екзамен): 0-100. Є середнім арифметичним серед двох підсумкових модульних контролів.

## **17 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Виконання ІДЗ (максимум 10 балів):

*9–10 балів (відмінно):* Якщо всі завдання в роботі виконані правильно. Робота відповідає всім критеріям повноти розв'язання.

*7–8 балів (Добре):* (Є незначні недоліки):

- Робота виконана в повному обсязі, але містить 1–2 некритичні помилки в обчисленнях, які не змінили загальний алгоритм розв'язання.

- Графіки побудовані, але мають дрібні неточності в оформленні або масштабуванні.

- Присутній повний цикл статистичної обробки, проте аналітичний висновок щодо економічної моделі (наприклад, щодо безробіття чи прибутку) недостатньо обґрунтований.

*5–6 балів (Задовільно):* (Часткове виконання):

- Виконано основні розрахункові частини, але відсутні проміжкові обчислення ( або є в них недоліки);

- В роботі теоретичний фундамент є (обчислення присутні), але результат не «доведений до кінця» — немає графіків, не побудовані прогностичні моделі (регресія) або проігноровано прикладний економічний контекст задачі.

- Відсутня графічна візуалізація результатів, хоча самі розрахунки параметрів виконані правильно.

*1–4 бали (Незадовільно):* (Фрагментарні знання):

- Студент демонструє лише фрагментарні знання або допускає грубі методологічні помилки, що не дозволяють вважати завдання виконаними навіть наполовину;
- Дані в роботі не відповідають номеру варіанта студента.

0 балів: Робота не подана, або результати повністю списані, чи розв'язок не має нічого спільного з вимогами завдань.

### **Формування оцінки за 100-бальною шкалою**

Максимальна кількість балів	
Вид контролю	Сума балів
Поточний контроль:	до 60
1) індивідуальні завдання	до 30
2) поточні самостійні роботи	до 30
Модульний контроль	до 40
Сума балів	до 100

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, курсових робіт/проектів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за національною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS Оцінка
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b><u>Відмінно</u></b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b><u>Дуже добре</u></b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b><u>Добре</u></b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b><u>Задовільно</u></b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b><u>Достатньо</u></b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b><u>Незадовільно</u></b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX

	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F
--	---	-----	---

## 18 АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

### 1. Визначення плагіату та його наслідків

В межах даного курсу під плагіатом та порушенням академічної доброчесності розуміється:

- Використання чужих результатів обчислень: подання результатів ІДЗ, що виконані не за власним варіантом або на основі вибірки іншого студента, оскільки завдання вимагають суворого дотримання даних свого варіанта та роботи з відкоригованими індивідуальними вибірками.
- Копіювання графічного матеріалу: використання ідентичних скріншотів або копій графіків функцій розподілу, полігонів чи гістограм, які мають бути побудовані на основі індивідуальних розрахунків.
- Наслідки: Робота, у якій виявлено ознаки списування або невідповідність варіанту, оцінюється у 0 балів.

### 2. Правила цитування

При виконанні теоретичних частин проєктів (наприклад, щодо повоєнного відновлення чи інклюзивної інфраструктури) студенти мають дотримуватися таких правил:

- Методологічні посилання: При аналізі воєнних збитків обов'язковим є посилання на методологію Євростату.
- Міжнародні протоколи: Дослідження ризиків при розмінуванні за допомогою формули Байєса має містити посилання на чинні міжнародні протоколи безпеки.
- Навчальна література: Будь-яке використання алгоритмів чи табличних даних має супроводжуватися цитуванням основного джерела курсу.

### 3. Етика використання AI-інструментів

Використання штучного інтелекту (наприклад, ChatGPT) дозволяється лише як допоміжного інструменту для:

- Пояснення математичних концепцій (наприклад, властивостей коефіцієнта кореляції).
- Забороняється: Генерація повного тексту аналітичних висновків щодо кореляції впровадження стандартів ЄС або автоматична побудова регресійних моделей без самостійного розрахунку параметрів. Студент несе повну відповідальність за точність згенерованих AI даних, оскільки вони часто не враховують специфіку індивідуального варіанта.

#### ***4. Процедура оскарження оцінок***

Студент має право на апеляцію, якщо вважає, що його роботу оцінено необ'єктивно:

- Підстава для оскарження: Порівняння виконаної роботи з чіткими вимогами до «повного розв'язку», що вказані в джерелах (наприклад, наявність усіх графіків або повної декомпозиції двовимірної величини).
- Аргументація: Студент має довести, що його розрахунки відповідають алгоритмам, описаним у методичних вказівках.

#### ***5. Правила поведінки на заняттях***

Курс передбачає обговорення соціально важливих та чутливих тем, що вимагає особливого етичного підходу:

- Професійна дискусія: Під час мозкових штурмів щодо моделювання логістики гуманітарної допомоги або дизайну безбар'єрного середовища для ветеранів, студенти мають дотримуватися поваги та конструктивності.
- Академічна активність: Робота в групах над проєктами (наприклад, аналіз соціальних наслідків війни) передбачає рівний внесок кожного учасника.
- Відповідальність: Оскільки теми стосуються сертифікації розмінованих територій та безпеки населення, недбале ставлення до розрахунків під час занять розцінюється як порушення професійної етики.

## **19 ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ**

1 СЕМЕСТР (Залік)

*Елементи лінійної та векторної алгебри*

1. *Визначники*: поняття визначників другого та третього порядку, їхні властивості (транспонування, заміна рядків, винесення множника тощо).

2. *Мінори та алгебраїчні доповнення*: визначення та правила їх обчислення.

3. *Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)*: поняття сумісної, несумісної, визначеної та невизначеної систем.

4. *Методи розв'язання СЛАР*: використання формул Крамера та матричного методу.

5. *Матриці*: види матриць (квадратна, нульова, одинична, транспонована), операції над ними (додавання, множення на число, множення матриць).

6. *Обернена матриця*: визначення виродженої та невиродженої матриць, алгоритм знаходження оберненої матриці.

7. *Вектори*: лінійні операції над ними (правила трикутника та паралелограма), координати вектора та напрямні косинуси.

8. *Скалярний добуток*: визначення, властивості та застосування (знаходження кута між векторами та проєкції вектора).

### Аналітична геометрія на площині

9. *Пряма на площині*: види рівнянь прямої (з кутовим коефіцієнтом, загальне, канонічне, параметричне, у відрізках, нормальне, рівняння через дві точки).

10. *Взаємне розміщення прямих*: умови паралельності та перпендикулярності, знаходження кута між прямими та точки їх перетину.

11. *Відстань від точки до прямої*: формула та порядок обчислення.

12. *Криві другого порядку*: канонічні рівняння та властивості кола, еліпса, гіперболи та параболи.

### Диференціальне числення функції однієї змінної

13. *Поняття функції*: область визначення та область значень, способи задання, класифікація основних елементарних функцій.

14. *Границя функції*: визначення границі, нескінченно великі та нескінченно малі функції.

15. *Похідна функції*: визначення, геометричний, фізичний та економічний зміст.

16. *Правила диференціювання*: похідна суми, добутку, частки, а також похідна складеної функції.

17. *Логарифмічне диференціювання*: метод обчислення похідних для показниково-степеневих функцій.

18. *Диференціал та похідні вищих порядків*: визначення та правила знаходження.

19. *Дослідження функції за допомогою похідних*: Умови монотонності (зростання та спадання). Локальні екстремуми (максимуми та мінімуми): необхідна та достатні умови. Найбільше та найменше значення функції на відрізку.

#### Функції кількох змінних

20. *Частинні похідні*: визначення та правила обчислення частинних похідних першого та другого порядків.

21. *Екстремум функції двох змінних*: необхідна умова (стаціонарні точки) та достатня умова (через дискримінант частинних похідних другого порядку).

22. *Похідна за напрямом та градієнт*: визначення, формули обчислення та їхній зміст

23. *Операції над матрицями*: Виконання дій додавання, віднімання та множення матриць, а також множення матриці на скаляр.

Знайти матрицю  $C$ , виконавши вказані операції над матрицями  $A$  та  $B$ .

$$1) C = A(2A - B), A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 5 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 & 7 & -8 \\ 2 & 5 & 6 \\ 4 & 3 & 5 \end{pmatrix};$$

$$2) C = A(A^2 - B), A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & -8 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$$

24. Знаходження *матриці виручки* по регіонах на основі обсягів виробництва та вартості одиниці продукції.

Підприємство виробляє три типи продукції, обсяги виробництва яких задано матрицею  $A$ . Ця продукція реалізується в чотирьох регіонах. Вартість реалізації відповідної одиниці продукції у певному регіоні задано матрицею  $B$ . Знайти матрицю  $C$  - матрицю виручки по регіонах. Зробити висновок.

$$A = (120 \quad 40 \quad 75), B = \begin{pmatrix} 1 & 8 & 3 & 6 \\ 4 & 3 & 7 & 4 \\ 9 & 5 & 8 & 3 \end{pmatrix}$$

25. Визначення витрат сировини за заданим планом випуску та розрахунок загальної вартості сировини.

Підприємство виробляє  $n$  типів виробів ( $n = 2, 3$ ), використовуючи  $m$  видів сировини ( $m = 3, 4$ ). Норми витрат  $a_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$  сировини  $i$ -го виду для виробництва одиниці продукції  $j$ -го типу задано матрицею  $A$ , а план випуску виробів кожного типу - матрицею  $X$ . Вартість одиниці сировини кожного виду в грошових одиницях (грош. од.) задано матрицею  $C$ . Знайти:

- 1) матрицю  $S$  - витрат сировини при заданому плані випуску виробів;
- 2) загальну вартість необхідної сировини  $W$ .

$$1) A = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 8 \\ 6 & 8 & 6 \\ 4 & 5 & 3 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 115 \\ 110 \\ 105 \end{pmatrix}, C = (55 \quad 70 \quad 85 \quad 40);$$

$$2) A = \begin{pmatrix} 8 & 6 \\ 7 & 4 \\ 5 & 3 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 1150 \\ 1220 \end{pmatrix}, C = (85 \quad 80 \quad 100).$$

26. Розв'язання СЛАР: Знаходження розв'язків систем лінійних алгебраїчних рівнянь двома способами — за формулами Крамера та матричним методом, з обов'язковою перевіркою результату

Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь двома методами:

- 1) за формулами Крамера;

2) матричним методом;

3) виконати перевірку.

$$\text{а) } \begin{cases} 3x_1 - 0,5x_2 = 1, \\ 7x_1 + x_2 = 5. \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} 3x_1 - 4x_2 - x_3 = 2, \\ 2x_1 - 3x_2 - x_3 = 1, \\ x_1 - 5x_2 + x_3 = 12. \end{cases}$$

27. *Моделювання виробництва:* Визначення обсягу продукції кожного виду при заданих запасах сировини (використовується для прогнозування та планування мікроекономіки підприємств).

Підприємство випускає три види продукції, використовуючи сировину трьох типів. Необхідні характеристики виробництва зазначені в таблиці. Потрібно визначити обсяг продукції кожного виду при заданих запасах сировини.

Тип сировини	Витрати сировини на виробництво одиниці продукції, ваг. од.			Запас сировини, ваг. од.
	I вид	II вид	III вид	
1	2	5	4	2700
2	1	2	1	800
3	2	3	2	1600

28. *Операції над векторами:* Обчислення довжини вектора, його напрямних косинусів, скалярного добутку, проекції вектора та перевірка векторів на колінеарність і перпендикулярність

Задані вектори  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ . Необхідно:

1) знайти довжину та напрямні косинуси вектора  $\vec{a}$ ;

2) обчислити  $\cos \left( \overset{\wedge}{\vec{a}, \vec{b}} \right)$ ;

3) знайти  $Pr_{\vec{b}} \vec{a}$ ;

4) обчислити координати вектора  $\vec{c} = \alpha_1 \vec{a} + \beta_1 \vec{b}$ ;

5) знайти вектор  $\vec{d} = \alpha_2 \vec{a} + \beta_2 \vec{b}$  та його довжину;

6) перевірити, чи будуть вектори  $\vec{c}$  і  $\vec{d}$  колінеарними;

7) обчислити скалярний добуток векторів  $\vec{c}$  і  $\vec{d}$ ;

8) перевірити, чи будуть вектори  $\vec{c}$  і  $\vec{d}$  перпендикулярними.

$\vec{a}$	$\vec{b}$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\alpha_2$	$\beta_2$
(3; -2; 7)	(6; 4; -8)	7	2	2	-1

29. *Економічне застосування векторів:* Обчислення сумарної вартості ресурсів або виплат за кредитами через скалярний добуток векторів витрат/цін та векторів кредитів/ставок.

Витрати фірми на ресурси, що використовуються для виготовлення одиниці продукції надано в таблиці. Визначити сумарну вартість ресурсів для виготовлення одиниці продукції.

Ресурси	Кількість	Вартість
Сировина I виду	10 кг	4 грош. од/ кг
Сировина II виду	46 м <sup>3</sup>	5 грош. од/ м <sup>3</sup>
Витрати праці	0,65 людино-год	2 грош. од./людино-год
Обладнання	0,7 машино-год	0,5n грош. од./машино-год

30. *Пряма на площині*: Перетворення рівнянь прямої (загальне, з кутовим коефіцієнтом, у відрізках), дослідження властивостей трикутника (периметр, кути, висоти).

а) Задано рівняння прямої на площині. Записати рівняння цієї прямої у вигляді:

- 1) загального рівняння прямої;
- 2) рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом;
- 3) рівняння прямої в «відрізках»

Побудувати задану пряму.

$$\frac{x-2}{4} = \frac{y-3}{1}$$

б) Задано координати вершин трикутника  $ABC$ . Необхідно:

- 1) обчислити периметр трикутника  $ABC$ ;
- 2) записати рівняння сторін  $AB$  і  $AC$ ;
- 3) обчислити внутрішній кут  $A$  трикутника  $ABC$ ;
- 4) записати рівняння висоти  $CD$ ;
- 5) обчислити довжину  $CD$ ;
- б) навести креслення.

$A(x; y)$	$B(x; y)$	$C(x; y)$
(1; 2)	(- 2; 3)	(- 3; - 5)

в) *Ринкова рівновага*: Визначення *рівноважної ціни* та точки рівноваги на основі функцій попиту та пропозиції. За умови, що функція попиту має вигляд  $q = q(p)$ , а функція пропозиції  $s = s(p)$ , визначити *рівноважну ціну*. Навести креслення.

$$q = -2p + 1500, s = p - 600$$

г) *Аналіз транспортних витрат*: Побудова графіків витрат для залізничного та автомобільного транспорту для вибору найвигіднішого варіанту залежно від відстані. Транспортні витрати  $y$  (грош. од) на перевезення одиниці вантажу залізничним та автомобільним транспортом на відстань  $x$ , кратної 10км, визначаються функціями  $y = f_1(x)$  і  $y = f_2(x)$  відповідно. Побудувати графіки транспортних витрат та визначити, для яких відстаней вигідніше перевозити автомобільним або залізничним транспортом.

$$f_1(x) = 0,2x + 3, \quad f_2(x) = 0,1x + 9.$$

31. *Криві другого порядку*: Побудова кола, еліпса, гіперболи та параболи; знаходження їхніх осей та ексцентриситету.

Побудувати еліпс $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ .
Побудувати параболу $x^2 = 16y$ .
Рівняння гіперболи має вигляд $9x^2 - 16y^2 = 144$ . Знайти її дійсну та уявну осі.
Скласти канонічне рівняння гіперболи, якщо відстань між її фокусами дорівнює $2c = 20$ , а її дійсна вісь дорівнює $2a = 16$ .
Побудувати еліпс $\frac{(x+2)^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ .
Скласти канонічне рівняння еліпса, якщо відомо, що відстань між його фокусами дорівнює $2c = 8$ , а велика вісь $2a = 10$ .
Знайти велику і малу осі еліпса $25x^2 + 144y^2 = 169$ .

32. Диференціювання: Знаходження похідних для широкого спектра функцій (степеневих, показникові, тригонометричних, обернених), застосування логарифмічного диференціювання. Продиференціювати задані функції.

$$\begin{aligned} &1) y = \sin(3x - 1), 2) y = 5^{3x^2 + 4}, 3) y = \operatorname{arcctg}(x^2 - 3), \\ &4) y = \ln(4\sqrt{x} - 5), 5) y = \cos^2 x + 5x, 6) y = e^{\operatorname{tg}^2 x}, \\ &7) y = \cos(x^5 + 4x - 1), 8) y = \sqrt{(2x^3 - 2x - 5)} \cdot \operatorname{arctg} x^4, \\ &9) y = \frac{3^x + x^3}{\sqrt{x + 4}}, 10) y = (\operatorname{tg} x + 1)^{x^2}. \end{aligned}$$

33. Аналіз еластичності: Обчислення еластичності попиту та пропозиції за рівноважної ціни для оцінки відсоткової зміни показників. Функції попиту та пропозиції мають вигляд  $q = q(p)$  та  $s = s(p)$  відповідно, де  $q$  і  $s$  - обсяги товарів,  $p$  - ціна товарів. Потрібно:

1. Визначити рівноважну ціну.

2. Обчислити еластичність попиту та пропозиції за рівноважної ціни. Зробити

ВИСНОВОК.

$$q = \frac{p + 3}{p}, s = p - 1.$$

34. Динаміка виробництва: Розрахунок продуктивності праці (перша похідна від об'єму) та швидкості її зміни (друга похідна) у конкретні моменти часу. Об'єм виробництва продукції описується функцією  $u = u(t)$  (од.), де  $t$  - календарний місяць року. Потрібно обчислити продуктивність праці та швидкість її зміни:

1) наприкінці першого календарного місяця;

2) на початок  $i$ -го кварталу.

$$u(t) = 3t^3 - 0,5t^2 + 4t + 230, \quad i = 3.$$

35. Дослідження функцій: Аналіз на монотонність, пошук локальних екстремумів, а також знаходження найбільшого та найменшого значень функції на заданому відрізку.

1) Дослідити на монотонність та екстремум задані функції:

1) $y = x^3 - 9x^2 + 18x - 5$	2) $y = \frac{x}{x^2 - 4}$
-------------------------------	----------------------------

2) Знайти найбільше та найменше значення функції  $y = f(x)$  на відрізку  $[a; b]$

:

$$y = 3 - x - \frac{4}{(x + 2)^2}, \quad [-1; 2];$$

$$y = 2\sqrt{x - 1} - x + 2, \quad [1; 5].$$

36. Частинні похідні та градієнт: Обчислення частинних похідних першого порядку, градієнта функції та похідної за напрямом вектора у заданій точці. Задана функція  $Z = f(x; y)$ . Знайти :

1) частинні похідні першого порядку;

2) градієнт функції  $Z = f(x; y)$  в точці  $M_0(x_0; y_0)$ ;

3) похідну функції  $Z = f(x; y)$  за напрямом вектора  $\vec{a}(a_x; a_y)$  в точці  $M_0(x_0; y_0)$ .

$Z = f(x; y), M_0(x_0; y_0), \vec{a}(a_x; a_y)$
$Z = 4xy - 3x^2y^3 - 7, M_0(1; 1), \vec{a}(-3; 4)$

37. *Еластичність виробничих функцій*: Визначення еластичності виробничої функції відносно чинників виробництва ( $x$  та  $y$ ) для аналізу їхнього впливу на результат. Випуск деякого товару характеризується виробничою функцією  $Z = f(x; y)$ , де  $x$  та  $y$  - чинники виробництва. Обчислити еластичність  $E_x(Z)$  і  $E_y(Z)$  при  $x = x_0$ ,  $y = y_0$ . Зробити висновок. Всі розрахунки заокруглювати до третього знака після коми.

$Z = f(x; y), x_0, y_0$
$Z = 4xy - 3x^2y^3 + 2x + y, x_0 = 1, y_0 = 1$

38. *Екстремуми*: Дослідження функцій двох змінних на наявність точок максимуму або мінімуму. Дослідити функцію на екстремум.

$Z = 6x - 6y - 3x^2 - 3y^2$
$Z = x^2 + xy + y^2 - 6x - 9y + 1$
$Z = e^{-x^2 - 2x - 2y^2}$

## 2 СЕМЕСТР (Екзамен)

1. Первісна функції.
2. Визначення невизначеного інтеграла.
3. Властивості невизначеного інтеграла.
4. Основні методи інтегрування: безпосереднє інтегрування, метод заміни змінної та інтегрування частинами.
5. Визначення визначеного інтеграла та його геометричний і економічний зміст (обсяг продукції).
6. Формула Ньютона-Лейбніца.
7. Визначення диференціального рівняння, його порядок, загальний та частинний розв'язки.

8. Задача Коші для диференціальних рівнянь першого порядку.
9. Методи розв'язання рівнянь першого порядку: з відокремлюваними змінними, однорідні та лінійні.
10. Застосування диференціальних рівнянь: модель росту в умовах конкурентного ринку.
11. Класифікація подій: випадкові, достовірні, неможливі, сумісні та несумісні.
12. Класичне та статистичне визначення ймовірності.
13. Теореми додавання та добутку ймовірностей для залежних та незалежних подій.
14. Формула повної ймовірності.
15. Формула Байєса (теорема переоцінки гіпотез).
16. Повторні випробування: формула Бернуллі та найімовірніше число появи події.
17. Випадкові величини.
18. Дискретні випадкові величини.
19. Неперервні випадкові величини.
20. Закон розподілу дискретної випадкової величини та способи його задання.
21. Функція розподілу (інтегральна функція) та її властивості.
22. Щільність розподілу (диференціальна функція) неперервної випадкової величини.
23. Числові характеристики: математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення та мода.
24. Спеціальні закони розподілу: Біноміальний, Пуассона, Геометричний.
25. Поняття двовимірної дискретної випадкової величини.
26. Закон розподілу двовимірної дискретної випадкової величини.
27. Умовні закони розподілу та умовне математичне сподівання.

28. Кореляційний момент та коефіцієнт кореляції, їх роль у визначенні залежності величин.

29. Рівняння лінійної регресії.

30. Вибірковий метод: генеральна та вибірка сукупності, репрезентативність вибірки.

31. Варіаційні ряди (дискретні та інтервальні) та їх графічне зображення (полігон, гістограма).

32. Числові характеристики вибірки: вибірка середня, вибірка дисперсія, медіана та коефіцієнт варіації.

33. Емпірична функція розподілу та її відмінність від теоретичної.

33. Методи обчислення невизначеного інтеграла. Знайти невизначені інтеграли

$$1) \int \left( 3x^7 - \frac{5}{1+x^2} + 5e^x + 1 \right) dx; \quad 2) \int \frac{dx}{8x+5}; \quad 3) \int \frac{dx}{4x^2-5}.$$

33. Застосування визначеного інтеграла при розв'язанні *економічних задач*, зокрема для визначення об'єму випуску продукції. Визначити об'єм випуску продукції, виробленої за проміжок часу  $[0; t_0]$ , якщо продуктивність праці характеризується функцією  $f(t)$ , де  $t$  - час у годинах.

$f(t), t_0$
$f(t) = 3,2e^{-\frac{t}{2}}, t_0 = 2$ год
$f(t) = -4,2t^2 + 24t + 160, t_0 = 6$ год

34. Поняття про задачу Коші та розв'язання рівнянь із відокремлюваними змінними. Знайти обсяг реалізованої продукції  $y = y(t)$  за час  $t = t_0$ , якщо модель

росту в умовах конкурентного ринку має вид 
$$\begin{cases} y' = Ay(B - y), \\ y(0) = k. \end{cases}$$

$A$	$B$	$k$	$t_0,$ <i>доба</i>
1	2	0,6	5

35. Алгебра подій. Теореми ймовірностей подій.

1. Для сигналізації про пожежу встановлено два незалежно працюючих датчики. Ймовірності того, що при пожежі датчик спрацює, для першого і другого дорівнюють 0,95 і 0,97 відповідно. Визначити ймовірність того, що при пожежі:

- а) спрацює хоча б один датчик;
- б) жоден не спрацює;
- в) спрацюють обидва датчики.

2. 35 % продукції виготовлено на першій лінії, 15 % - на другій, решта – на третій. Ймовірність браку для першої лінії складає 1 %, другої – 1,5 % і третьої – 2 %. Навмання обрана одиниця продукції виявилась бракованою. Знайти ймовірність того, що вона виготовлена на другій лінії.

3. Комплект виробів містить 20 % нестандартних. Знайти ймовірність того, що серед п'яти навмання відібраних з комплекту виробів тільки один буде нестандартний.

36. Основні числові характеристики дискретної випадкової величини.

ДВВ  $X$  задана законом розподілу в табличній формі. Надано значення  $\alpha, \beta$

. Потрібно:

- а) знайти функцію розподілу  $F(x)$  та побудувати її графік;
- б) знайти математичне сподівання  $M(X)$ , дисперсію  $D(X)$  і середнє квадратичне відхилення  $\sigma(X)$  ДВВ  $X$ ;
- в) обчислити ймовірності  $P(X < \alpha), P(\alpha \leq X < \beta)$ .

Закон розподілу	$\alpha$	$\beta$
-----------------	----------	---------

$X$	-1	0	2	4			
$P$	0,2	0,1	0,4	0,3		2	5

37. Задані математичне сподівання та дисперсію двох незалежних випадкових величин  $X$  та  $Y$ , а також числа  $a, b, c$ . Знайти:  $M(aX + bY + c)$ ,  $D(aX + bY + c)$ ,  $M(XY)$ ,  $\sigma(aX + bY)$ .

$M(X)$	$M(Y)$	$D(X)$	$D(Y)$	$a$	$b$	$c$
-2	1	1	3,2	5,5	-2	4

37. Неперервна випадкова величина.

Задана щільність розподілу неперервної випадкової величини  $X$ :

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ Cx + C_0, & a < x \leq b; \\ 0, & x > b. \end{cases}$$

Необхідно:

- 1) побудувати графік  $f(x)$ ;
- 2) обчислити числові характеристики НВВ  $X$ ;
- 3) обчислити  $P(\alpha \leq X \leq \beta)$ .

$C$	$C_0$	$a$	$b$	$\alpha$	$\beta$
$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	-6	-2	-4	0

38. Задано щільність розподілу неперервної випадкової величини  $X$

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq c; \\ C_2x^2 + C_1x + C_0, & c < x \leq d; \\ 0, & x > d. \end{cases}$$

та її математичне сподівання  $M(X)$  і дисперсія  $D(X)$ .

Потрібно:

- 1) обчислити коефіцієнти  $C_2, C_1, C_0$ ;
- 2) побудувати графік щільності розподілу ймовірностей  $f(x)$ .

$M(X)$	$D(X)$	$c$	$d$
7	1	5	8

39. Двовимірна дискретна випадкова величина.

Система двох випадкових величин  $(X; Y)$  задана законом розподілу.

Знайти:

- 1) безумовні закони розподілу її компонент  $X$  і  $Y$  та їхні числові характеристики  $M(X), D(X), \sigma(X), M(Y), D(Y), \sigma(Y)$ ;
- 2) умовний закон розподілу компоненти  $X$  при  $Y = y_1$  та відповідне умовне математичне сподівання;
- 3) умовний закон розподілу компоненти  $Y$  при  $X = x_2$  та відповідне умовне математичне сподівання.
- 4) коефіцієнт кореляції  $r_{xy}$  складових  $X$  та  $Y$ ;
- 5) рівняння прямої середньоквадратичної регресії  $Y$  на  $X$  ( $X$  на  $Y$ ).

$X \backslash Y$	0	1,5	8	10
0	0,09	0,1	0,01	0,16
2	0,17	0,08	0,15	0,02
7	0,06	0,08	0,01	0,07

40. За статистичними даними досліджень вміти:

1. Скласти варіаційний ряд розподілу.
2. Знайти емпіричну функцію розподілу та побудувати її графік.
3. Побудувати полігон частот (відносних частот), гістограму частот (відносних частот).
4. Знайти числові характеристики варіаційного ряду.
41. Вміти обчислювати парний коефіцієнт кореляції та робити висновки.

## **20 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА**

### *Основна література:*

1. Вища та прикладна математика. Ч. 1: конспект лекцій / Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 66 с.
2. Вища та прикладна математика : конспект лекцій. Ч. 2 / Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ. 2020. - 47 с.
3. Вища та прикладна математика : конспект лекцій. Ч. 3 / Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2020. - 50 с.
4. Вища та прикладна математика : конспект лекцій. Ч. IV / Н. Г. Панченко, М. Є. Резуненко. - Х. : УкрДУЗТ, 2021. - 64 с.
5. Радченко О. М. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2023 – 250 с.
6. Вища математика в прикладних задачах економічного змісту (Частина 2. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення): навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей усіх форм навчання / Укладачі: Блащак Н.І., Цимбалюк Л.І., Бойко А.Р. – Тернопіль, 2022. – 44 с.
7. Математика для економістів. Елементи лінійної алгебри : навч. посіб. / О. В. Кавжарадзе, Л. В. Коростельова. – Київ : Кондор, 2021. – 232 с.
8. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. / І. А. Рудоміно-Дусятська, Л. М. Козубцова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 196 с.

9. Вища математика в прикладних задачах економічного змісту (Частина 1. Математика фінансів, лінійна та векторна алгебра, аналітична геометрія) : навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей усіх форм навчання / укладачі : Блащак Н. І., Цимбалюк Л. І., Бойко А. Р. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2020. – 100 с.
10. Математика для економістів (Методичні вказівки до практичних занять для студентів економічних спеціальностей). Ч. 1. Вища математика / Уклад.: Р.А. Кацала, Ю.Ю. Млавець, Л.М. Магула-Цубера, М.М. Шаркаді. Ужгород: ДВНЗ “УжНУ”, 2023. 56 с.

#### *Додаткова література*

1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики в управлінні процесами перевезень: навчальний посібник / Т. В. Бутько, Р. В. Вовк, Н. Г. Панченко, А. П. Рибалко. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. — 308 с.
2. Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика: навч. посібник. Київ: А.С.К., 2001. 648 с.
3. Рижков С. С. Математичне моделювання в економіці за допомогою MS Excel та R. Миколаїв, 2019.

## **21 МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Zoom — Платформа для відеозв'язку.

Moodle — Система управління навчанням.

## **22 ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ**

Панченко Наталія Георгіївна (доктор економічних наук, професор)

Контакти: +38(057)730-10-38, e-mail: panchenko\_n@krt.edu.ua

місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх,  
аудиторії 2.418, 2.419.

Консультації: згідно розкладу

ZOOM:

<https://us04web.zoom.us/j/9623347150?pwd=TjBjRS92WThXRtFsd2VvKzcyRVk5dz09>

ідентифікатор конференції: 962 334 7150

код доступу: DСa9vg

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/>

## **23 ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)**



Панченко Н.Г.

Протокол засідання кафедри вищої математики та фізики № 1 від 29 серпня 2025 р.