



# ПО 01. АНАЛІЗ ДАНИХ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Наука про дані та математичне моделювання</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредита ЄКТС / 135 год.: (36 год. – лекції, 18 год. – лабораторні роботи, 81 год. – СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен, МКР, лабораторні роботи</i>
Розклад занять	<a href="https://schedule.kpi.ua/lecturers?lecturerId=3d8073a8-7660-4519-b523-e57176caf497">https://schedule.kpi.ua/lecturers?lecturerId=3d8073a8-7660-4519-b523-e57176caf497</a> <i>лекція – 1 раз на тиждень, лабораторні – 1 раз на 2 тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д-р. техн. наук, проф. Чертов Олег Романович e-mail: chertov@i.ua Лабораторні: д-р. техн. наук, проф. Чертов Олег Романович
Розміщення курсу	<a href="https://drive.google.com/drive/folders/144FmR0Ck_aaee1MlLoTwFXjgS8nGyaqV?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/144FmR0Ck_aaee1MlLoTwFXjgS8nGyaqV?usp=sharing</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Метою навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних принципів, ідей та методів аналізу даних, що потрібно для дальшого опанування сучасних методів науки про дані, набуття практичних навичок статистичного опрацювання даних в обраній предметній галузі.*

*Предметом навчальної дисципліни є*

- методи опрацювання результатів вибіркового дослідження;*
- методи дисперсійного, кореляційного та факторного аналізу даних;*
- методи регресійного аналізу даних;*
- методи аналізу цифрових сигналів.*

*Під час вивчення даної дисципліни студенти набудуть:*

*I. загальних компетентностей:*

- ЗК1. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;*
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);*
- ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним;*
- ЗК6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;*
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;*
- ЗК8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;*
- ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);*
- ЗК10. Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.*

*II. фахових компетентностей:*

- ФК1. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем;*
- ФК2. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі;*
- ФК3. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень;*
- ФК4. Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію;*
- ФК9. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів;*
- ФК12. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем;*
- ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату;*
- ФК18. Навички розв'язування специфічних математичних та комп'ютерних задач машинного навчання;*
- ФК19. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою систем комп'ютерної математики.*

*Програмними результатами навчання є:*

- РН1. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці;*
- РН3. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів;*
- РН10. Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних;*
- РН12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині;*
- РН21. Вміти формулювати та розв'язувати задачі аналізу даних і базові задачі*

машинного навчання.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Пререквізитами для вивчення дисципліни є дисципліни ЗО 10 «Математичний аналіз», ЗО 11 «Алгебра та геометрія», ЗО 12 «Дискретна математика», ЗО 14 «Теорія ймовірностей», ЗО 25 «Математична статистика». Особливо корисними для успішного опанування дисципліни буде детальне освоєння основ матричної алгебри, безумовної оптимізації функцій багатьох змінних, властивостей випадкових змінних та оцінок їхніх параметрів.

Вивчення дисципліни є передумовою вивчення дисципліни ПО 10 «Переддипломна практика».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### *РОЗДІЛ 1. МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ*

*Тема 1.1. Вступ та основні поняття*

*Тема 1.2. Вибіркові статистичні дослідження*

*Тема 1.3. Дисперсійний аналіз*

*Тема 1.4. Кореляційний аналіз*

*Тема 1.5. Факторний аналіз*

### *РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ*

*Тема 2.1. Лінійні однофакторні моделі*

*Тема 2.2. Лінійні багатофакторні моделі*

*Тема 2.3. Інші типи моделей*

### *РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СИГНАЛІВ*

*Тема 2.1. Перетворення Фур'є*

*Тема 2.2. Вейвлет-аналіз*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література**

1. Василик О.І. Лекції з теорії і методів вибірових обстежень : навчальний посібник для студентів-магістрів / О.І. Василик, Т.О. Яковенко. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. – 208 с. – Режим доступу: [https://probability.knu.ua/userfiles/yakovenko/LectureSS\\_11pt.pdf](https://probability.knu.ua/userfiles/yakovenko/LectureSS_11pt.pdf) (дата звернення: 11.04.2021).

2. Майборода Р.Є. Комп'ютерна статистика : підручник / Р.Є. Майборода – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. – 589 с. – Режим доступу: <https://probability.knu.ua/userfiles/mre/cscolor.pdf> (дата звернення: 11.04.2021).

3. Прикладна економетрика : навч. посіб. : у двох частинах. Частина 1 : [Електронне видання] / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, С. В. Прокопович та ін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 235 с. Режим доступу:

## Допоміжна література

4. James G. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R / G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani. – [2nd ed.]. – New York : Springer New York, 2021. – 607 p. – Mode of Access: [https://hastie.su.domains/ISLR2/ISLRv2\\_website.pdf](https://hastie.su.domains/ISLR2/ISLRv2_website.pdf) (access date: 11.05.2021).
5. Golemund G. R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data / G. Golemund, H. Wickham. – O'Reilly Media, Inc., 2017. – 510 p. – Mode of Access: <https://digitallibrary.tsu.ge/book/2019/september/books/R-for-Data-Science.pdf> (access date: 11.05.2021).

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### 5.1. Лекції

- 1 **Основні поняття й завдання аналізу даних**
  - вступ до аналізу даних
  - класифікація шкал вимірювання
  - характеристики вибірки
  - методи статистичного аналізу
- 2 **Вибіркові статистичні дослідження-I**
  - поняття популяції та вибірки
  - проста випадкова вибірка
- 3 **Вибіркові статистичні дослідження-II**
  - систематичний відбір
  - стратифіковані випадкові вибірки
  - прості кластерні вибірки
- 4 **Однофакторний дисперсійний аналіз**
  - однофакторна дисперсійна модель
  - таблиця спостережень
  - ранговий однофакторний аналіз Краскела-Волліса
- 5 **Багатофакторний дисперсійний аналіз**
  - основні поняття
  - ранговий критерій Фридмана
  - критерій Пейджа
- 6 **Кореляційний аналіз-I**
  - кореляційний аналіз кількісних ознак
  - кореляційний аналіз порядкових ознак
- 7 **Кореляційний аналіз-II**
  - кореляційний аналіз номінальних ознак
  - множинна кореляція
- 8 **Кореляційний аналіз-III**
  - кореляційний аналіз номінальних ознак
  - множинний кореляційний аналіз
- 9 **Факторний аналіз**
  - поняття фактора
  - метод максимуму правдоподібності

- 10 **Аналіз головних компонент**  
метод головних компонент  
метод головних факторів
- 11 **Модульна контрольна робота**
- 12 **Однофакторна лінійна регресія**  
лінійна регресійна модель  
оцінювання параметрів за методом найменших квадратів  
статистичні властивості оцінок  
тестування гіпотез, *t*-тест
- 13 **Багатофакторна лінійна регресія**  
оцінювання параметрів за методом найменших квадратів  
статистичні властивості оцінок  
тестування гіпотез, *F*-тест  
мультиколінеарність
- 14 **Регресійний аналіз панельних даних**  
лінійна модель з панельними даними  
модель з фіксованими ефектами  
статистичні властивості оцінок, порівняння з методом найменших квадратів
- 15 **Моделі з бінарною та обмеженою залежною змінною**  
модель лінійної ймовірності  
моделі лоджит і пробіт  
моделі з цензурованою залежною змінною  
модель тобит
- 16 **Аналіз сигналів**  
класифікація сигналів  
спектральний аналіз періодичних сигналів  
спектральний аналіз неперіодичних сигналів  
перетворення Фур'є
- 17 **Вейвлет-аналіз**  
класифікація вейвлетів  
розклад сигналу на компоненти
- 18 **Вейвлет-аналіз - 2**

## 5.2. Лабораторні роботи

- 1 **Організація та проведення вибіркового обстежень**  
Для заданої популяції оцінити основні параметри популяції. Провести вибіркоче дослідження.  
Розглянути випадки, коли вибірка – випадкова вибірка без повернення, систематична вибірка, стратифікована вибірка.  
Розробити програмне забезпечення.  
Порівняти отримані результати.
- 2 **Алгоритми однофакторного і двофакторного дисперсійного аналізу**  
Провести дисперсійний аналіз даних, відповідно до варіанту.  
Визначити, при якій довірчій ймовірності виконуються необхідні умови.  
Провести двох факторний дисперсійний аналіз даних, відповідно до варіанту.  
Визначити, при якій довірчій ймовірності виконуються необхідні умови.
- 3 **Кореляційний аналіз**  
Для заданих змінних оцінити основні статистичні параметри (середнє, дисперсію, мода, медіана, коефіцієнт ексцесу, коефіцієнт асиметрії).

- Нормалізувати дані.
- Обчислити основні кореляційні характеристики.
- Побудувати кореляційну матрицю вихідних ознак.
- Проаналізувати отримані дані.
- 4 **Факторний аналіз**
  - Для заданих змінних провести нормалізацію.
  - Побудувати кореляційну матрицю вихідних ознак.
  - Знайти власні числа і власні вектори кореляційної матриці.
  - Виділити основні фактори.
  - Проаналізувати отримані дані.
- 5 **Підготовка до модульної контрольної роботи**
- 6 **Регресійний аналіз**
  - Для заданого набору даних побудувати лінійну однофакторну регресійну модель. Перевірити статистичну значущість коефіцієнтів моделі.
  - Для цього ж набору даних побудувати лінійну багатфакторну регресійну модель.
  - Порівняти значення коефіцієнтів моделі, зробити висновок про наявність зміщення.
- 7 **Регресійний аналіз із бінарною залежною змінною**
  - Для заданого набору даних побудувати моделі лоджит і пробит.
  - Оцінити статистичну значущість коефіцієнтів моделі.
  - Порівняти отримані результати.
- 8 **Алгоритми перетворення Фур'є**
  - Для заданих реалізації деякого сигналу оцінити для кожного кореляційну функцію, спектральну щільність (перетворення Фур'є).
  - Використати вагові вікна Хеммінга і Блекмана. Відновити сигнали.
  - Порівняти отримані результати.
- 9 **Алгоритми вейвлет-аналізу**
  - Для заданих реалізацій сигналу, відповідно до варіанту, обчислити нелінійну апроксимацію сигналу за допомогою вейвлет-коефіцієнтів Хаара.
  - Знайти результуючу похибку апроксимації.
  - Прокоментувати отримані результати.

## 6. Самостійна робота студента

- |   |   |         |
|---|---|---------|
| 1 | <b>Основні поняття аналізу даних</b><br>Критерії спроможності оцінок. Вибіркова медіана. Середня різниця Джині. Вибірковий коефіцієнт гостроверхості.           | 10 год. |
| 2 | <b>Вибіркові статистичні дослідження</b><br>Відбір Пуассона. Багатостадійна кластерна вибірка.  | 16 год. |
| 3 | <b>Дисперсійний аналіз</b><br>Критерій Джонкхієра. М-критерій Бартлетта. Критерій Левене.   | 10 год. |
| 4 | <b>Кореляційний аналіз</b><br>Коефіцієнт кореляції Фехнера. Коефіцієнт спряженості Крамера. Коефіцієнт (показник подібності) Жаккара. Коефіцієнт колігації Юла. | 10 год. |
| 5 | <b>Факторний аналіз</b><br>Критерій Кайзера. Критерій кам'янистого осипу. Центроїдний метод.  | 10 год. |
| 6 | <b>Регресійний аналіз</b><br>Крива Гомперця. Функція Кобба-Дагласа.   | 15 год. |
| 7 | <b>Аналіз сигналів</b>  | 10 год. |

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- *Відвідування лекцій є обов'язковим.*
- *На лекційних заняттях студенти повинні уважно слухати викладача, не перебиваючи його та не створюючи зайвого шуму. Студенти можуть ставити питання для з'ясування незрозумілих моментів та відповідати на запитання викладача. Усі гаджети має бути вимкнено або встановлено на беззвучовий режим, користуватися ними заборонено. Допустиме використання гаджетів для ведення конспектів для осіб зі спеціальними потребами.*
- *Лабораторні роботи студенти виконують мовою R. Звіт оформлюють у вигляді файлу формату PDF і надсилають викладачеві для попередньої перевірки та зберігання в електронній формі. Захист відбувається в усній формі, очно або в режимі конференції (за дистанційної форми навчання). На захисті студент має розповісти хід виконання роботи, сформулювати висновки, відповісти на запитання викладача. Роботи потрібно здавати та захищати вчасно, за запізнення оцінка знижується.*
- *Модульну контрольну роботу студенти виконують під час відповідного лекційного заняття протягом фіксованого часу і здають у паперовому вигляді, якщо заняття відбуваються в очному режимі, або надсилають викладачеві в електронній формі, якщо заняття відбуваються в дистанційному режимі. Роботу студент виконує самостійно. Допустиме використання допоміжних матеріалів, але суворо заборонено обговорювати задачі з колегами чи питати порад у третіх осіб.*
- *Під час вивчення дисципліни студенти повинні дотримуватися правил академічної доброчесності, що передбачає неприпустимість плагіату, списування та інших способів видавання чужого доробку за свій. За недотримання цих правил передбачається покарання, що включає в себе виставлення оцінки «0» за модульну контрольну роботу або «незадовільно», якщо порушення академічної доброчесності було зафіксовано під час проведення екзамену. Якщо під час перевірки лабораторних робіт або модульної контрольної роботи виявляють ознаки списування, оцінку «0» виставляють і тому, хто списав, і тому, хто дав списати.*
- *Екзамен студенти виконують письмово у встановлений час і здають у паперовому вигляді, якщо екзамен відбувається в очному режимі, або надсилають викладачеві в електронній формі, якщо екзамен відбувається в дистанційному режимі. Екзамен студент пише самостійно. Допустиме використання допоміжних матеріалів, але суворо заборонено обговорювати задачі з колегами чи питати порад у третіх осіб.*

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР, лабораторні роботи.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр на 8-ому та на 14-ому тижнях, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабуса; студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший від 50% від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до даного календарного контролю.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання МКР та відсутність заборгованостей із лабораторних робіт.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з:

- 1) балів за виконання та захист лабораторних робіт;
- 2) балів за виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- 3) балів за відповідь на екзамені.

## **СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ**

### **1. Бали за виконання та захист лабораторних робіт**

Протягом семестру студенти виконують 8 лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу – 4. Бали нараховуються за:

- якість реалізації роботи: 2,5 бала;
- відповідь під час захисту лабораторної роботи: 1,5 бали.

*Критерії оцінювання якості реалізації роботи:*

*2,5 бала — роботу виконано якісно, в повному обсязі;*

*2 бали — роботу виконано якісно, в повному обсязі, але вона має вади;*

*1,5 бали— роботу виконано не повністю або вона має суттєві помилки;*

*0 балів — роботу виконано неправильно або вона відсутня.*

*Критерії оцінювання відповідей під час захисту лабораторної роботи:*

*1,5 бали — відповіді під час захисту повні, добре аргументовані;*

*1 бал — відповіді неповні або мають істотні вади;*

*0 балів — немає відповідей або відповіді неправильні.*

За невчасно здану без поважної причини лабораторну роботу оцінку знижують на 2 бали за кожний тиждень запізнення.

**Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних робіт:**

4 бали x 8 робіт= **32 бали.**

### **2. Модульний контроль**

Студенти пишуть одну модульну контрольну роботу. Робота містить чотири задачі. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне завдання — 4,5.

*Критерії оцінювання відповідей на кожну задачу:*

*4,5 бала – відповідь повна і правильна;*

*4 бали – відповідь правильна, але неповна чи містить незначні неточності;*

*3 бали– відповідь неповна і неточна;*

*0 балів – відповідь неправильна або відсутня.*

**Максимальна кількість балів за модульний контроль:**

4,5 бала x 4 задачі = **18 балів.**

### **3. Календарний контроль**

Проводять двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабуса. Студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимальної кількості балів, яку можливо отримати до даного календарного контролю.

### **4. Бали за відповідь на екзамені**

Екзаменаційний білет складається з 1 теоретичного питання (доведення певного твердження) вагою в 20 балів та 3 задач по 10 балів кожна.

*Критерії оцінювання теоретичного питання екзаменаційної роботи:*

*20 балів – відповідь правильна, повна;*

*18-19 балів – відповідь майже правильна, можливі незначні вади або термінологічні помилки;*

*15-17 балів – у відповіді є істотні помилки;*

*12-14 балів – у відповіді є істотні помилки;*

*0 балів – відповіді немає.*



*Критерії оцінювання розв'язань кожної окремої задачі:*

*10 балів – задачу розв'язано правильно;*

*8-9 балів – задачу розв'язано майже правильно, можливі незначні вади чи арифметичні помилки;*

*6-7 балів – задачу розв'язано не повністю, існують вади;*

*0 балів – розв'язок відсутній.*

**Максимальна кількість балів за відповідь на екзамені:**

20 балів × 1 теоретичне питання + 10 балів × 3 задачі = **50 балів**

**Розрахунок шкали (R) рейтингу:**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 32 + 18 = 50 \text{ балів.}$$

Із цієї суми за семестр студент може набрати певну кількість балів  $r_C$ .

Екзаменаційна складова ( $R_E$ ) шкали дорівнює 50 балам, тобто складає 50% від  $R$ .

За відповідь на екзамені студент може набрати певну кількість балів  $r_E$ .

Рейтингова шкала з дисципліни складає

$$R = R_C + R_E = 100 \text{ балів.}$$

Неодмінною умовою допуску до екзамену є виконання всіх складових модульної контрольної роботи, а також набрані  $r_C = 25$  балів.

Якщо студент не виконав умов допуску до екзамену, він отримує додаткову можливість виконати ці умови (доздати лабораторні роботи, повторно писати складові МКР доти, доки балів для допуску не стане достатньо), після чого складає екзамен за наведеними раніше правилами, а його остаточну рейтингову оцінку  $R_D$  розраховують за формулою:  $R_D = r_C + r_E$ .

За умови дистанційного семестрового контролю оцінка розраховується за формулою за умови виконання студентом усіх лабораторних робіт, складових МКР та набраних щонайменше  $r_C = 25$  балів. Перерахунок стартового рейтингового балу з дисципліни у 100-у шкалу здійснюється за формулою

$$R_D = 60 + \frac{40(r_C - 25)}{25}$$

Перескладання отриманої за формулою 100-бальної оцінки не допускається. Якщо умови допуску до екзамену до кінця семестру не виконано, то студент не може отримати оцінку в першу відомість, а виконує умови допуску (на перше перескладання) або спілкування за темами дисципліни у режимі конференції (на комісії) під час додаткової сесії.

Оцінку за дисципліну виставляють відповідно до значення  $R_D$  згідно з таблицею.

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконано умов допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *На екзамен виносять доведення тверджень, які оперують поняттями з тем, перелік яких міститься в Додатку 1.*
- *Типи задач, які виносять на МКР та екзамен, частково наведено в Додатку 2.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав** завідувач кафедри ПМА, д-р. техн. наук, проф. Олег ЧЕРТОВ

**Ухвалено** кафедрою ПМА (протокол № 13 від 16.06.2022).

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 24.06.2022)

### Перелік тем, доведення тверджень із яких може бути винесено на екзамен

1. Класифікація шкал вимірювання
2. Характеристики вибірки
3. Методи статистичного аналізу
4. Поняття популяції та вибірки
5. Проста випадкова вибірка
6. Систематичний відбір
7. Стратифіковані випадкові вибірки
8. Прості кластерні вибірки
9. Однофакторний дисперсійний аналіз
10. Однофакторна дисперсійна модель
11. Ранговий однофакторний аналіз Краскела-Волліса
12. Багатофакторний дисперсійний аналіз
13. Ранговий критерій Фридмана
14. Критерій Пейджа
15. Кореляційний аналіз кількісних ознак
16. Кореляційний аналіз порядкових ознак
17. Кореляційний аналіз номінальних ознак
18. Множинна кореляція
19. Кореляційний аналіз номінальних ознак
20. Множинний кореляційний аналіз
21. Факторний аналіз
22. Метод максимуму правдоподібності
23. Метод головних компонент
24. Метод головних факторів
25. Лінійна регресійна модель
26. Оцінювання параметрів за методом найменших квадратів
27. Статистичні властивості оцінок
28. Тестування гіпотез, t-тест
29. Багатофакторна лінійна регресія
30. Тестування гіпотез, F-тест
31. Мультиколінеарність
32. Лінійна модель з панельними даними
33. Модель з фіксованими ефектами
34. Статистичні властивості оцінок, порівняння з методом найменших квадратів
35. Моделі з бінарною та обмеженою залежною змінною
36. Модель лінійної ймовірності
37. Моделі лоджит і пробит
38. Моделі з цензурованою залежною змінною
39. Модель тобит
40. Аналіз сигналів
41. Спектральний аналіз періодичних сигналів
42. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів
43. Перетворення Фур'є
44. Вейвлет-аналіз
45. Класифікація вейвлетів
46. Розклад сигналу на компоненти

## Зразки завдань для модульної контрольної роботи

1. Для наведеної кореляційної матриці виділити групу з трьох параметрів, парна кореляція між якими велика. Знайти частковий коефіцієнт кореляції двох із них, без урахування впливу третього.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1	0.915	0.269	-0.972	0.88	0.802	-0.461	0.038	0.755	0.907	0.917	0.924
1	0.915	1	0.617	-0.983	0.628	0.972	-0.449	-0.072	0.671	0.881	0.9	0.912
2	0.269	0.617	1	-0.473	-0.201	0.773	-0.167	-0.223	0.157	0.356	0.377	0.393
3	-0.972	-0.983	-0.473	1	-0.752	-0.916	0.462	0.025	-0.725	-0.914	-0.929	-0.938
4	0.88	0.628	-0.201	-0.752	1	0.444	-0.388	0.15	0.687	0.741	0.744	0.744
dk = 5	0.802	0.972	0.773	-0.916	0.444	1	-0.416	-0.131	0.569	0.797	0.82	0.835
6	-0.461	-0.449	-0.167	0.462	-0.388	-0.416	1	0.827	0.157	-0.326	-0.446	-0.506
7	0.038	-0.072	-0.223	0.025	0.15	-0.131	0.827	1	0.594	0.103	-0.029	-0.098
8	0.755	0.671	0.157	-0.725	0.687	0.569	0.157	0.594	1	0.86	0.785	0.738
9	0.907	0.881	0.356	-0.914	0.741	0.797	-0.326	0.103	0.86	1	0.99	0.975
10	0.917	0.9	0.377	-0.929	0.744	0.82	-0.446	-0.029	0.785	0.99	1	0.995
11	0.924	0.912	0.393	-0.938	0.744	0.835	-0.506	-0.098	0.738	0.975	0.995	1

2. Нехай маємо регресійну модель  $UR_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + u_i$ , де  $i = 1, \dots, 100$  — райони,  $UR$  — рівень безробіття в районі (у %),  $S_i$  — обсяг фіскальної підтримки (у гривнях). Нехай  $\hat{\beta}_0 = 0.07$  (стандартна похибка дорівнює 0.01),  $\hat{\beta}_1 = -0.001$  (стандартна похибка дорівнює 0.01).

Чи можна відхилити гіпотезу  $\beta_0 = 0$  на рівні 95%? Чи можна відхилити гіпотезу  $\beta_1 = 0.05$  на рівні 95%?

3. Нехай маємо регресійну модель  $Y_i = 10 + 2X_i + \hat{u}_i$ , де  $n = 100$ . Нехай  $\sigma_X = 1$ , а стандартна похибка регресії дорівнює 0.5. Покладімо, що похибки гомоскедастичні. Збудуйте 95% довірчий інтервал для коефіцієнта при  $X_i$ .

4. Нехай маємо регресійну модель  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + v_i$ , де  $X_i = Z_i + \varepsilon_{1,i}$  і  $v_i = Z_i + \varepsilon_{2,i}$ . Нехай  $\varepsilon_{1,i}$  і  $\varepsilon_{2,i}$  — змінні з однаковим розподілом, незалежні як одна від одної, так і від  $Z_i$ . Чи буде оцінка коефіцієнтів регресії  $Y_i$  на  $X_i$  за методом найменших квадратів спроможною?