

Робоча програма дисципліни «Теорія ймовірності та математична статистика»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

4

Модулі

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Теорія ймовірності та математична статистика

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 120 годин / 4 кредити ЄКТС

Модулів: 4 змістовних блоки

Лекції: 30 год. | **Практики:** 30 год. | **СРС:** 60 год.

Призначення дисципліни

Дисципліна «Теорія ймовірності та математична статистика» формує у студентів фундаментальну математичну культуру, необхідну для розв'язання задач аналізу даних, моделювання стохастичних процесів, машинного навчання та надійності комп'ютерних систем. Курс охоплює класичну теорію ймовірностей, основи математичної статистики, теорію випадкових величин і методи статистичного аналізу даних.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує математичну основу для подальшого вивчення алгоритмів машинного навчання, теорії інформації та інтелектуальних систем.

Загальні компетентності

Математичне мислення

Здатність до формального математичного мислення, абстрагування та побудови строгих доведень; виявлення закономірностей у стохастичних явищах, побудова математичних моделей і обґрунтування висновків.

Комунікація

Здатність до усної та письмової комунікації результатів статистичного аналізу: чітко інтерпретувати ймовірнісні моделі, представляти результати обчислень, оформлювати звіти та аналітичні записки.

Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та виконувати завдання у визначені строки; зокрема під час підготовки індивідуальних завдань, розв'язування задач і написання розрахункових робіт.

Командна робота

Відповідальність та готовність працювати в команді під час аналізу статистичних кейсів, обговорення методів розв'язання задач, спільної обробки реальних наборів даних та захисту проектів.

Студент повинен вміти: застосовувати математичний апарат для аналізу випадкових явищ; формувати і розв'язувати задачі у термінах теорії ймовірностей; проводити статистичне опрацювання даних; інтерпретувати результати та робити обґрунтовані висновки; брати участь у командній роботі над дослідницькими проектами.

Фахові компетентності

Теорія ймовірностей

Розуміння фундаментальних понять теорії ймовірностей: простір елементарних подій, аксіоматика Колмогорова, умовна ймовірність, незалежність подій, формула повної ймовірності, формула Баєса. Вміння застосовувати теореми до прикладних задач комп'ютерної інженерії.

Випадкові величини та розподіли

Здатність аналізувати дискретні та неперервні випадкові величини, досліджувати закони розподілу (Бернуллі, Пуассона, нормальний, показниковий), обчислювати числові характеристики та використовувати їх для моделювання.

Математична статистика

Знання методів математичної статистики: вибірковий метод, точкові та інтервальні оцінки, перевірка статистичних гіпотез, кореляційний та регресійний аналіз. Розуміння зв'язку між статистичними методами та задачами машинного навчання.

Програмна реалізація

Орієнтування в сучасних інструментах статистичних обчислень; використання Python/NumPy/SciPy або R для програмної реалізації методів ймовірнісного аналізу, побудови гістограм, перевірки гіпотез та апроксимації розподілів.

Результати навчання

01

Пояснення ймовірнісних категорій

Пояснювати сутність ключових понять і явищ: ймовірність, випадкова подія, випадкова величина, розподіл, математичне сподівання, дисперсія, кореляція, довірчий інтервал, статистична гіпотеза, рівень значущості.

03

Аналіз статистичних даних

Аналізувати вибіркові дані: будувати варіаційні ряди, гістограми, полігони, обчислювати вибіркові характеристики, проводити перевірку гіпотез про вид розподілу та значущість коефіцієнтів регресії.

02

Застосування теорем та методів

Застосовувати теореми теорії ймовірностей та методи математичної статистики для розв'язання прикладних задач; будувати ймовірнісні моделі реальних процесів у комп'ютерних системах та мережах.

04

Програмна реалізація

Реалізовувати алгоритми ймовірнісного аналізу та статистичної обробки даних засобами мови Python (бібліотеки NumPy, SciPy, Matplotlib), інтерпретувати та представляти отримані результати.

Основи теорії ймовірностей

- 1 — Тема 1.1
Простір елементарних подій. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності
- 2 — Тема 1.2
Аксіоматика Колмогорова. Умовна ймовірність. Формула повної ймовірності та формула Баєса
- 3 — Тема 1.3
Незалежні випробування. Формула Бернуллі. Локальна та інтегральна теореми Муавра–Лапласа
- 4 — Тема 1.4
Закон великих чисел. Теорема Чебишова. Центральна гранична теорема та її застосування

Простір подій. Класичне означення ймовірності

Лекційний матеріал (2 год.)

Лекція 1: Випадковий дослід та простір елементарних подій. Алгебра подій: операції об'єднання, перетину, доповнення. Комбінаторний підхід: правило добутку, перестановки, розміщення, комбінації. Класичне означення ймовірності та його властивості.

Лекція 2: Геометрична ймовірність. Статистичне означення ймовірності. Відносна частота. Стійкість частоти як емпіричний факт. Зв'язок між класичним, геометричним та статистичним підходами. Приклади з інженерної практики.

Ключові питання лекції

- Поняття випадкового дослідів та простору елементарних подій
- Алгебра подій та комбінаторні формули
- Класичне означення ймовірності: умови застосування
- Геометрична ймовірність та задачі неперервного випадку
- Статистична ймовірність та закон стійкості частоти

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Розв'язування задач на класичну ймовірність із застосуванням формул комбінаторики: задачі на урни, карти, двійки студентів.

Завдання 2. Кейс: обчислення геометричної ймовірності (задача Бюффона про голку; ймовірність влучення у мішень). Обговорення результатів.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Веригіна І. В., Островська О. В., Сугакова О. В. «Теорія ймовірностей та математична статистика» — КПІ, 2024 — розділ 1
- Підготовка реферату: «Застосування комбінаторики у криптографії та аналізі надійності систем»
- Розв'язання задач з теми за збірником Алілуйка А. М. та ін. (2023)



Очікуваний результат: студент вміє обчислювати класичну та геометричну ймовірності, застосовувати комбінаторні формули до задач комп'ютерної інженерії.

Аксиоматика. Умовна ймовірність. Формула Баєса

1

Аксиоматика

Аксиоми Колмогорова. Σ -алгебра. Ймовірнісний простір $(\Omega, \mathcal{F}, P)$ та його властивості.

2

Умовна ймовірність

Визначення $P(A|B)$. Теорема множення. Незалежність подій. Критерій незалежності.

3

Повна ймовірність

Повна група гіпотез. Формула повної ймовірності. Застосування до задач діагностики.

4

Формула Баєса

Байєсівський підхід. Апріорні та апостеріорні ймовірності. Застосування у ML та фільтрації спаму.

Лекційний матеріал (2 год.)

Аксиоматичне означення ймовірності за Колмогоровим. Умовна ймовірність та теорема множення. Незалежність подій і систем подій. Формула повної ймовірності та формула Баєса. Задачі байєсівського оновлення: перерахунок ймовірностей гіпотез на основі нових даних. Застосування у спам-фільтрах, медичній діагностиці та системах розпізнавання.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Розв'язування задач на умовну ймовірність і формулу Баєса; кейс «Наївний байєсівський класифікатор: обчислення апостеріорних ймовірностей вручну»; дискусія «Байєсівський підхід vs. частотний підхід: переваги та обмеження».

СРС: Опрацювання: Бакун В. В. «Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика» — КПІ, 2022 — розділ «Умовна ймовірність»; підготовка аналітичної записки «Формула Баєса у задачах машинного навчання».

Схема Бернуллі та граничні теореми

Тема 1.3 — Схема Бернуллі (Лекція 5, 2 год.)

Незалежні випробування з двома результатами. Формула Бернуллі: обчислення ймовірності рівно k успіхів у n випробуваннях. Найімовірніше число успіхів. Локальна теорема Муавра–Лапласа та умови її застосовності. Інтегральна теорема Муавра–Лапласа. Функція Лапласа та таблиці значень. Наближення Пуассона для малих ймовірностей.

Практика (2 год.): Розв'язування задач за формулою Бернуллі; порівняння точних і наближених значень; кейс «Контроль якості у виробництві мікросхем: допустимий відсоток браку».

СРС (7 год.): Опрацювання: Алілуйко А. М. та ін. «Практикум з теорії ймовірностей та математичної статистики» — Тернопіль, 2023 — розділ «Схема Бернуллі»; підготовка реферату «Розподіл Пуассона у задачах теорії черг та надійності».

Тема 1.4 — Закон великих чисел (Лекція 6, 2 год.)

Нерівність Маркова та нерівність Чебишова. Теорема Чебишова (ЗВЧ у формі Чебишова). Теорема Бернуллі. Центральна гранична теорема (ЦГТ): формулювання, умови, практичне значення. Збіжність за ймовірністю. Застосування ЗВЧ та ЦГТ до задач статистичного оцінювання та аналізу великих даних.

Практика (2 год.): Застосування нерівності Чебишова для оцінки ймовірностей відхилень; задачі на ЦГТ; кейс «Оцінка точності вимірювань у комп'ютерних мережах».

СРС (7 год.): Опрацювання: Бакун В. В. «Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика» (2022) — розділ «Граничні теореми»; підготовка порівняльної таблиці «Закони великих чисел: теорема Чебишова та ЦГТ».

Випадкові величини та їх числові характеристики

Тема 2.1

Дискретні випадкові величини. Закон розподілу. Числові характеристики: математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення.

Тема 2.2

Неперервні випадкові величини. Функція та щільність розподілу. Нормальний, показниковий, рівномірний розподіли.

Тема 2.3

Багатовимірні випадкові величини. Спільний розподіл. Коваріація та коефіцієнт кореляції. Незалежність випадкових величин.

Тема 2.4

Функції від випадкових величин. Розподіл χ^2 , Стюдента, Фішера. Застосування в задачах статистики та машинного навчання.

Дискретні випадкові величини та їх характеристики

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття випадкової величини. Дискретна випадкова величина та її закон розподілу. Функція розподілу та її властивості. Математичне сподівання: визначення, властивості, обчислення. Дисперсія та середньоквадратичне відхилення. Початкові та центральні моменти. Коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Основні дискретні розподіли: Бернуллі, Пуассона, геометричний, гіпергеометричний.

Ключові питання

- Визначення та закон розподілу дискретної ВВ
- Числові характеристики: M , D , σ та їх властивості
- Розподіл Пуассона та його параметр λ
- Геометричний розподіл і задачі про перший успіх
- Застосування дискретних розподілів у комп'ютерних мережах

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Складання закону розподілу дискретної ВВ, обчислення математичного сподівання та дисперсії для задач надійності та теорії черг.

Завдання 2. Кейс: «Розподіл Пуассона у задачах комп'ютерних мереж: моделювання потоку запитів до сервера». Групова робота.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

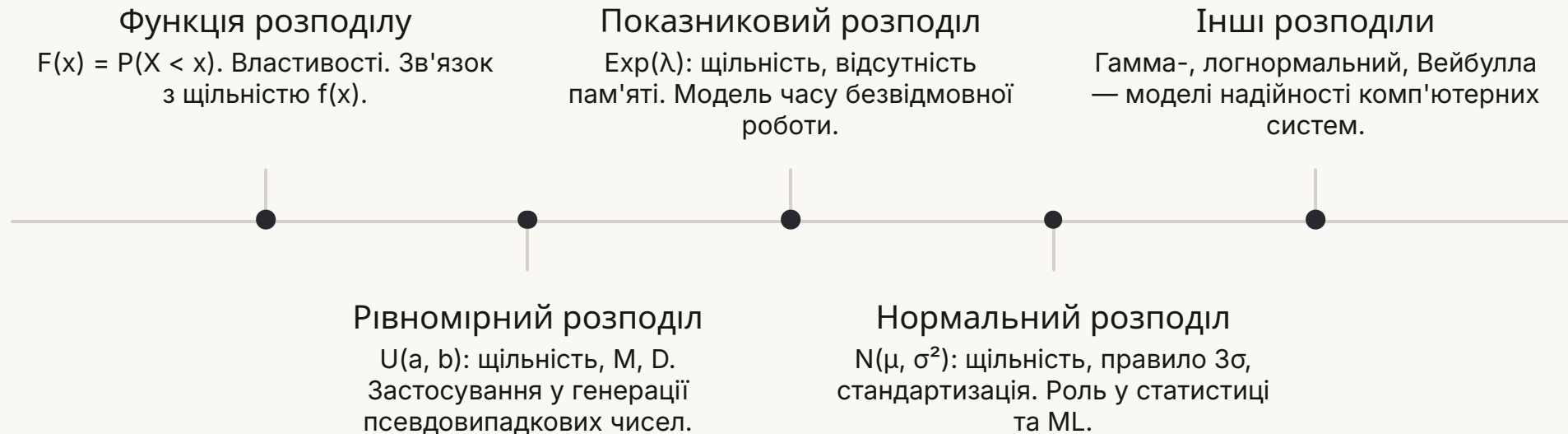
Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Веригіна І. В., Островська О. В., Сугакова О. В. «Теорія ймовірностей та математична статистика» — КПІ, 2024 — розділ «Дискретні ВВ»
- Підготовка реферату: «Розподіл Пуассона: властивості та застосування у системах масового обслуговування»
- Складання таблиці «Основні дискретні розподіли: формули, параметри, числові характеристики»



Очікуваний результат: студент вміє складати закон розподілу, обчислювати числові характеристики та застосовувати основні дискретні розподіли.

Неперервні випадкові величини. Нормальний розподіл



Лекційний матеріал (2 год.)

Неперервна випадкова величина: щільність розподілу та функція розподілу, їх взаємозв'язок. Числові характеристики неперервної ВВ. Рівномірний розподіл. Показниковий розподіл та відсутність пам'яті. Нормальний розподіл $N(\mu, \sigma^2)$: щільність, стандартний нормальний розподіл, правило 3σ , таблиці Лапласа. Центральна роль нормального розподілу у статистиці та ML.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Обчислення ймовірностей для нормально розподілених величин; задачі на показниковий розподіл (моделювання часу відгуку сервера); кейс «Правило 3σ у контролі якості виробництва процесорів».

СРС: Опрацювання: Алілуйко А. М. та ін. (2023) — розділ «Неперервні розподіли»; підготовка аналітичної записки «Нормальний розподіл: чому він є центральним у теорії ймовірностей та статистиці?».

Багатовимірні ВВ та функції від ВВ

Тема 2.3 — Багатовимірні ВВ (Лекція 11, 2 год.)

Двовимірна випадкова величина: спільний закон розподілу, маргінальні розподіли. Умовні розподіли. Числові характеристики двовимірної ВВ: математичне сподівання, дисперсія. Коваріація та коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона. Незалежність випадкових величин: критерії. Двовимірний нормальний розподіл.

Практика (2 год.): Обчислення коваріаційної матриці; аналіз кореляції між ознаками набору даних; кейс «Аналіз залежності між часом відповіді та навантаженням сервера».

СРС (7 год.): Опрацювання: Бакун В. В. (2022) — розділ «Системи випадкових величин»; підготовка реферату «Кореляція vs. причинність у задачах аналізу даних».

Тема 2.4 — Функції від ВВ. Похідні розподіли (Лекція 12, 2 год.)

Функції від одної та двох випадкових величин: знаходження щільності та функції розподілу. Розподіл χ^2 (хі-квадрат): визначення, числові характеристики, таблиці. Розподіл Стюдента (t-розподіл): визначення, симетрія, зв'язок з нормальним. Розподіл Фішера (F-розподіл). Застосування цих розподілів у задачах перевірки статистичних гіпотез та побудови довірчих інтервалів.

Практика (2 год.): Робота з таблицями критичних значень χ^2 , t, F; задачі на знаходження розподілу функції від ВВ; кейс «Застосування t-розподілу для малих вибірок».

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «Похідні розподіли: χ^2 , t, F — роль у математичній статистиці та ML».

Математична статистика: оцінювання параметрів

Тема 3.1

Вибірковий метод. Генеральна та вибірка сукупність.
Статистичні ряди. Гістограма та полігон.

Тема 3.2

Точкове оцінювання параметрів: вибіркові середня, дисперсія, медіана, мода. Властивості оцінок (незміщеність, ефективність, слушність).

Тема 3.3

Інтервальне оцінювання. Довірчі інтервали для середнього та дисперсії. Метод максимальної правдоподібності.

Тема 3.4

Перевірка статистичних гіпотез. Помилки I та II роду. Критерій Пірсона χ^2 . Критерії згоди та однорідності.

Вибірковий метод. Первинне опрацювання даних

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття генеральної та вибіркової сукупності. Способи вибірки: повторна та безповторна, проста та стратифікована. Варіаційний ряд: ранжування, варіанти, частоти. Дискретний та інтервальний статистичний розподіл. Гістограма та полігон частот. Функція розподілу вибірки (емпірична функція). Основні вибіркові характеристики: вибірка середня, медіана, мода, розмах.

Ключові питання

- Генеральна та вибірка сукупність: зв'язок та відмінності
- Типи вибірок та умови їх репрезентативності
- Побудова варіаційного ряду та гістограми
- Емпірична функція розподілу та її властивості
- Вибіркові характеристики та їх роль у статистичному аналізі

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Побудова варіаційного ряду, гістограми та полігону за реальним набором даних (наприклад, час відповіді веб-сервера). Обчислення вибіркових характеристик.

Завдання 2. Кейс: первинне опрацювання даних вимірювань затримки у мережі (ping-тест). Аналіз розподілу та виявлення аномалій.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Медведєв М. Г. «Теорія ймовірності та математична статистика» — Київ, 2024 — розділ «Вибірковий метод»
- Підготовка реферату: «Репрезентативність вибірки у задачах тестування програмного забезпечення»
- Побудова гістограми реальних даних засобами Python (Matplotlib)



Очікуваний результат: студент вміє проводити первинне опрацювання статистичних даних, будувати гістограму та обчислювати вибіркові характеристики.

Точкове оцінювання параметрів розподілу

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття статистичної оцінки параметра. Вимоги до оцінок: незміщеність, ефективність, слушність (конзистентність).

Вибіркова середня як незміщена та ефективна оцінка математичного сподівання. Виправлена вибірка дисперсія.

Вибіркові медіана та мода. Метод моментів: суть, алгоритм побудови оцінок. Метод максимальної правдоподібності: функція правдоподібності, рівняння правдоподібності, властивості ОМП.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Обчислення точкових оцінок для параметрів нормального та показникового розподілів методом моментів та ОМП; порівняння методів; кейс «Оцінка параметра потоку запитів до хмарного сервісу».

СРС: Опрацювання: Пістунов І. М., Турчанінова І. Ю. «Теорія ймовірностей та математична статистика» — НТУ «ДП», 2023 — розділ «Точкове оцінювання»; підготовка аналітичної записки «Метод максимальної правдоподібності: властивості та застосування»; розв'язання задач з оцінювання параметрів у Python (SciPy.stats).

❏ **Очікуваний результат:** студент вміє будувати точкові оцінки параметрів розподілу методами моментів та максимальної правдоподібності, оцінювати їх якість.

Інтервальне оцінювання. Довірчі інтервали



Довірчий інтервал для μ (σ відомо)

Нормальний розподіл вибіркової середньої. Побудова ДІ через квантилі стандартного нормального розподілу. Інтерпретація рівня довіри $1-\alpha$.



Довірчий інтервал для μ (σ невідомо)

Застосування t-розподілу Стюдента для малих вибірок. Квантилі t-розподілу. Ширина інтервалу та обсяг вибірки.



Довірчий інтервал для σ^2

Застосування χ^2 -розподілу. Побудова двостороннього ДІ для дисперсії. Визначення обсягу вибірки за заданою точністю.

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття довірчого інтервалу та рівня значущості. Побудова ДІ для математичного сподівання при відомій та невідомій дисперсії. Побудова ДІ для дисперсії. Визначення необхідного обсягу вибірки. Одностороннє оцінювання. Зв'язок між шириною ДІ, рівнем довіри та обсягом вибірки.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Побудова ДІ для параметрів нормального розподілу вручну та засобами Python; кейс «Оцінка середнього часу обробки транзакцій у БД: скільки вимірювань потрібно?»; дискусія про вибір рівня довіри.

СРС: Опрацювання: Медведєв М. Г. (2024) — розділ «Інтервальне оцінювання»; підготовка аналітичної записки «Довірчі інтервали у задачах тестування та бенчмаркінгу програмних систем».

Перевірка статистичних гіпотез

Лекційний матеріал (2 год.)

Статистична гіпотеза: нульова та альтернативна. Помилки I роду (α , рівень значущості) та II роду (β , потужність критерію). Критична область та критичне значення. Критерії для перевірки гіпотез про середнє (z-критерій, t-критерій), дисперсію (χ^2 -критерій) та рівність двох дисперсій (F-критерій). Критерії згоди: χ^2 Пірсона, Колмогорова–Смирнова. Критерії однорідності двох вибірок. p-значення та його інтерпретація.

Ключові питання

- Нульова та альтернативна гіпотези: формулювання
- Помилки I та II роду: зміст і компроміс
- Вибір критерію залежно від умов задачі
- Критерій Пірсона χ^2 : алгоритм застосування
- p-значення: визначення та коректна інтерпретація

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Перевірка гіпотез про середнє за z- та t-критеріями; обчислення p-значення; прийняття рішення на заданому рівні значущості.

Завдання 2. Застосування критерію χ^2 Пірсона для перевірки гіпотези про нормальність розподілу даних вимірювань.

Завдання 3. Дискусія: «Криза відтворюваності у науці: помилкове використання p-значень».

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Пістунов І. М., Турчанінова І. Ю. (2023) — розділ «Перевірка гіпотез»
- Підготовка аналітичної записки «Статистична значущість vs. практична значущість у задачах A/B-тестування»
- Реалізація критерію Пірсона у Python (scipy.stats.chisquare)



Очікуваний результат: студент вміє формулювати статистичні гіпотези, вибирати відповідний критерій і приймати обґрунтоване статистичне рішення.

Регресійний, кореляційний аналіз та стохастичні процеси

Тема 4.1

Кореляційний аналіз. Коефіцієнт Пірсона, рангова кореляція Спірмена. Перевірка значущості кореляції.

Тема 4.2

Регресійний аналіз. Лінійна та нелінійна регресія. Метод найменших квадратів. Якість моделі (R^2 , MSE).

Тема 4.3

Елементи теорії стохастичних процесів. Ланцюги Маркова. Стационарні процеси. Застосування у моделюванні.

Тема 4.4

Застосування методів ТІМС у задачах комп'ютерної інженерії: аналіз даних, ML, надійність систем, тестування.

Кореляційний аналіз

Лекційний матеріал (2 год.)

Поняття кореляційної залежності. Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона: формула, властивості, інтерпретація значень. Вибіркова кореляція та її зв'язок із генеральною. Перевірка гіпотези про значущість коефіцієнта кореляції (t-критерій). Рангова кореляція Спірмена: застосування при порушенні нормальності. Кореляційна матриця для багатовимірних даних. Хибна кореляція та причинність.

Ключові питання

- Коефіцієнт Пірсона: формула та умови застосування
- Перевірка значущості кореляції
- Рангова кореляція Спірмена: переваги та обмеження
- Кореляційна матриця та її візуалізація (теплова карта)
- Кореляція vs. причинність: типові помилки аналізу

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Обчислення коефіцієнта кореляції Пірсона та Спірмена для реального набору даних; перевірка значущості; побудова кореляційної матриці у Python.

Завдання 2. Кейс: «Аналіз залежності між розміром програмного коду та кількістю дефектів: пошук значущих кореляцій».

Завдання 3. Складання карти пар кореляцій (seaborn pairplot) для реального датасету.

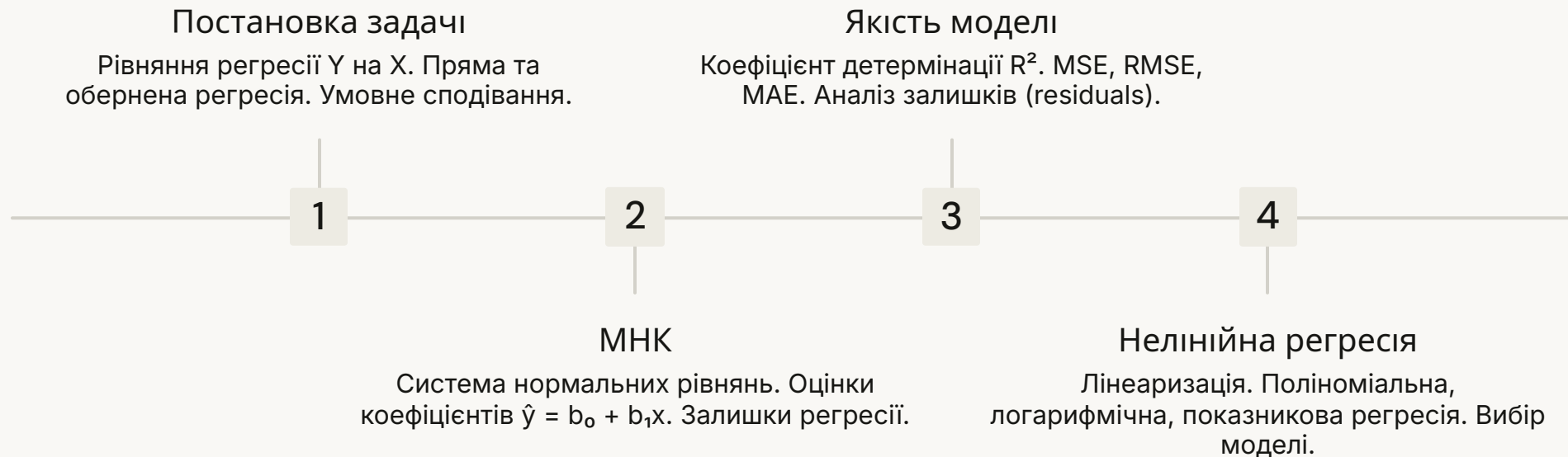
Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Медведєв М. Г. (2024) — розділ «Кореляційний аналіз»
- Підготовка реферату «Кореляційний аналіз у задачах виявлення аномалій в комп'ютерних мережах»
- Аналіз реального датасету засобами pandas та seaborn



Очікуваний результат: студент вміє обчислювати та інтерпретувати коефіцієнти кореляції, перевіряти їх значущість, будувати кореляційні матриці.

Регресійний аналіз. Метод найменших квадратів



Лекційний матеріал (2 год.)

Рівняння лінійної регресії та його геометричний зміст. Метод найменших квадратів: виведення формул для коефіцієнтів. Коефіцієнт детермінації R^2 як міра якості моделі. Перевірка значущості рівняння регресії (F-критерій) та коефіцієнтів (t-критерій). Аналіз залишків. Нелінійна регресія: методи лінеаризації. Множинна лінійна регресія: основні ідеї.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Побудова лінійної моделі регресії методом МНК вручну та у Python (`sklearn.linear_model`); оцінка R^2 ; аналіз залишків; кейс «Прогнозування часу виконання алгоритму залежно від розміру вхідних даних».

СРС: Опрацювання: Пістунов І. М., Турчанінова І. Ю. (2023) — розділ «Регресійний аналіз»; підготовка аналітичної записки «Лінійна регресія як основа алгоритмів машинного навчання»; реалізація та порівняння поліноміальної та лінійної регресії на реальному датасеті.

Стохастичні процеси та прикладні застосування ТІМС

Тема 4.3 — Елементи теорії стохастичних процесів (Лекція 15, 2 год.)

Поняття стохастичного процесу: траєкторія, розподіл у момент часу t . Стаціонарні процеси: широкий та строгий стаціонарний стан. Ланцюги Маркова: стани, матриця перехідних імовірностей, рівняння Колмогорова–Чепмена. Стаціонарний розподіл ланцюга Маркова. Пуассонівський процес. Застосування у моделюванні черг, передачі даних та систем масового обслуговування.

Практика (2 год.): Складання матриці перехідних імовірностей; знаходження стаціонарного розподілу; кейс «Моделювання стану мережевого протоколу засобами ланцюгів Маркова».

СРС (7 год.): Опрацювання: Бакун В. В. (2022) — розділ «Випадкові процеси»; підготовка реферату «Ланцюги Маркова у прихованих марківських моделях та розпізнаванні мовлення».

Тема 4.4 — Застосування ТІМС у комп'ютерній інженерії (Лекція 16, 2 год.)

Ймовірнісне моделювання надійності комп'ютерних систем: резервування, мажоритарні схеми. Статистичне тестування ПЗ: генерація тестів, оцінка покриття, метод Монте-Карло. Байєсівські мережі у задачах діагностики несправностей. Ймовірнісні основи алгоритмів машинного навчання: логістична регресія, наївний Байєс, дерева рішень. Аналіз великих даних та А/В-тестування. Оцінка невизначеності у задачах прийняття рішень.

Практика (2 год.): Підготовка та презентація міні-проекту: «Застосування методів ТІМС у задачі комп'ютерної інженерії» (за вибором студента).

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «Метод Монте-Карло: принцип та застосування у моделюванні комп'ютерних систем».

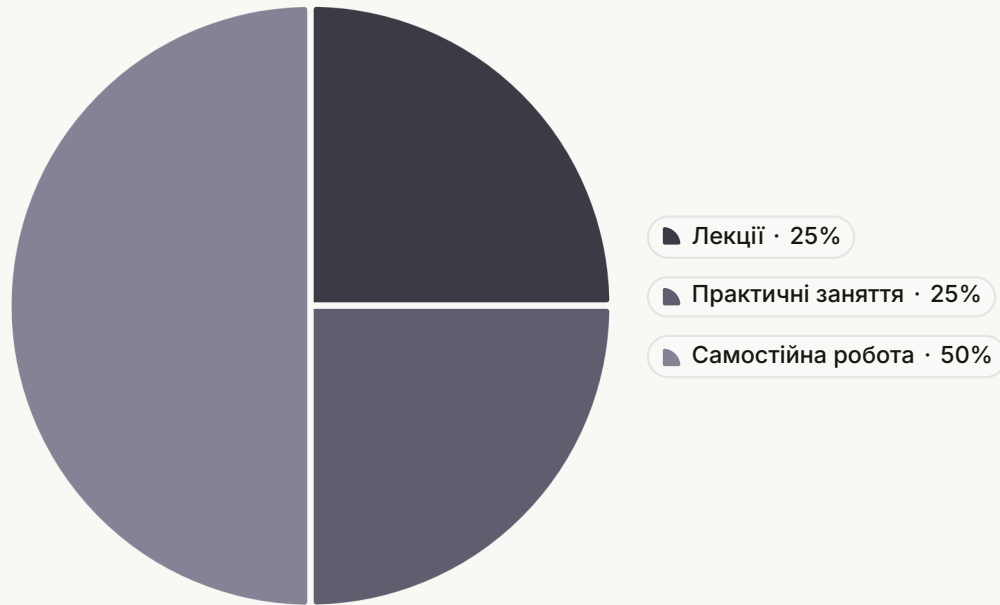
Розподіл навчального часу — 120 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Практичні (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Класична ймовірність	2	2	7
	Тема 1.2 — Умовна ймовірність. Формула Баєса	2	2	7
	Тема 1.3 — Схема Бернуллі. Теорема Муавра–Лапласа	2	2	7
	Тема 1.4 — Закон великих чисел. ЦГТ	2	2	7
Модуль 2	Тема 2.1 — Дискретні ВВ	2	2	7
	Тема 2.2 — Неперервні ВВ. Нормальний розподіл	2	2	7
	Тема 2.3 — Багатовимірні ВВ. Кореляція	2	2	7
	Тема 2.4 — Функції від ВВ. Похідні розподіли	2	2	7
Модуль 3	Тема 3.1 — Вибірковий метод	2	2	7
	Тема 3.2 — Точкове оцінювання	2	2	7
	Тема 3.3 — Інтервальне оцінювання. Довірчі інтервали	2	2	7
	Тема 3.4 — Перевірка статистичних гіпотез	2	2	7
Модуль 4	Тема 4.1 — Кореляційний аналіз	2	2	7
	Тема 4.2 — Регресійний аналіз. МНК	2	2	7
	Тема 4.3 — Стохастичні процеси. Ланцюги Маркова	2	2	7
	Тема 4.4 — Застосування ТІМС у комп'ютерній інженерії	2	2	7
Разом	16 тем	30	30	60



Загальний обсяг: 120 годин = 4 кредити ЄКТС. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **120 годин (4 кредити ЄКТС)** — розподілено між трьома формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 30 год. (25%)

Системне подання теоретичного матеріалу з теорії ймовірностей та математичної статистики з використанням наочних прикладів, схем і задач із комп'ютерної інженерії.

Практичні — 30 год. (25%)

Розв'язання задач, аналіз реальних наборів даних, розгляд кейсів, програмна реалізація алгоритмів у Python. Рівна частка з лекціями підкреслює практичну спрямованість курсу.

Самостійна робота — 60 год. (50%)

Поглиблене вивчення, підготовка рефератів та аналітичних записок, робота з науковою літературою та програмними інструментами. Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками та посібниками (Веригіна, Бакун, Медведєв, Пістунов та ін.), опрацювання теорем та їх доведень, порівняння підходів різних авторів до викладення ключових понять курсу.



Програмна реалізація

Реалізація алгоритмів ймовірнісного аналізу та статистичної обробки даних засобами Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, pandas, seaborn, sklearn); оформлення Jupyter Notebook із коментарями та висновками.



Індивідуальні завдання

Виконання аналітичних завдань (розв'язання задач, обчислення характеристик розподілів, побудова моделей); написання рефератів та аналітичних записок з актуальних питань застосування TIMC у комп'ютерній інженерії.



Підготовка до занять

Підготовка до практичних занять (повторення теорії, підготовка до задач); підготовка до тестувань (ключові формули, теореми, означення); систематизація знань перед контрольними роботами за кожним модулем.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: розв'язання задач та тестові питання за темами змістовного модуля. Оцінюються регулярність виконання, правильність розв'язання та рівень засвоєння теоретичного матеріалу. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або колоквіуму з розв'язання задач.

2

Проміжний контроль

Контрольна робота — комплексне завдання, що охоплює теми змістовного модуля: теоретичні питання, розв'язання задач, інтерпретація результатів. Оцінюються повнота та правильність розв'язання, коректність математичних перетворень, обґрунтованість висновків. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль

Іспит відповідно до навчального плану. Форма проведення — письмові відповіді на теоретичні питання та розв'язання задач. Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю відповідно до встановленої шкали: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Теорія ймовірності та математична статистика» поєднує класичні академічні та сучасні інтерактивні методи, що забезпечує формування не лише міцної теоретичної бази, а й практичних навичок аналізу даних, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з доведеннями теорем, наочними схемами та прикладами з комп'ютерної інженерії; студенти ведуть конспекти та задають уточнювальні запитання.



Розв'язання задач

Розгляд типових і нестандартних задач з теорії ймовірностей та статистики; обговорення алгоритмів розв'язання, типових помилок та способів перевірки результатів.



Кейс-стаді

Аналіз реальних прикладних задач комп'ютерної інженерії: моделювання надійності, А/В-тестування, аналіз мережевого трафіку; студенти формулюють гіпотези та обґрунтовують висновки.



Дискусії

Обговорення методологічних питань статистики (байєсівський vs. частотний підхід; р-значення та помилки інтерпретації); розвиток критичного мислення та навичок аргументації.



Комп'ютерний практикум

Реалізація методів ТІМС у Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, sklearn); аналіз реальних наборів даних; оформлення Jupyter Notebook як звіту про виконану роботу.



Самостійне дослідження

Підготовка рефератів, аналітичних записок і міні-проектів за обраною темою; розвиток навичок пошуку та критичного аналізу наукових джерел.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Веригіна І. В., Островська О. В., Сугакова О. В.

Теорія ймовірностей та математична статистика [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. — 8,25 Мбайт.

2. Бакун В. В.

Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика : підручник. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 286 с.

3. Медведєв М. Г.

Теорія ймовірності та математична статистика : підручник. — Київ : Ліра-К, 2024. — 536 с. — ISBN 978-966-96938-3-9.

4. Пістунів І. М., Турчанінова І. Ю.

Теорія ймовірностей та математична статистика з елементами електронних таблиць : навч. посібник. — Дніпро : НТУ «ДП», 2023.

5. Алілуйко А. М., Дзюбановська Н. В., Єрмоменко В. О. та ін.

Практикум з теорії ймовірностей та математичної статистики : навч. посібник. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2023. — 352 с.

6. Барабаш О. В., Мусієнко А. П., Свинчук О. В.

Теорія ймовірностей [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення». — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.

7. Лебедєва І. Л., Воронін В. А., Лебедєв С. С.

Теорія ймовірностей та математична статистика : мультимедійні тести для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» (бакалавр). — Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022.

8. Гречило А. Б. та ін.

Вища математика та теорія ймовірностей: навч. посіб. для студентів ЗВО технічних спеціальностей. — Київ : Академвидав, 2022. — 432 с.

Додаткова література та наукові статті

9. Швець В. Т. та ін.

Теорія ймовірностей, математична статистика та випадкові процеси : навч. посібник для технічних вузів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 360 с. *Рекомендується для тем 4.3 (стохастичні процеси).*

10. Найко Д. А., Шевчук О. Ф.

Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. — Вінниця : ВНАУ, 2023. — 382 с. *Рекомендується для модулів 1–2 (практичні задачі).*

11. Бондаренко Н. В., Наголкіна З. І.

Методичні вказівки з теорії ймовірностей та математичної статистики. — Київ : КНУБА, 2022. — 184 с. *Рекомендується для тем 3.1–3.2 (вибірковий метод, оцінювання).*

12. Єршова О. О., Гончаренко І. М.

Ймовірнісні методи в аналізі даних та прийнятті рішень. Журнал стратегічних економічних досліджень. — 2022. — № 2(7). — С. 75–84. *Рекомендується для теми 4.4 (прикладні застосування).*

Нормативно-правова база

→ Конституція України

Прийнята 28 червня 1996 р. Основний Закон держави. zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, стандарти вищої освіти та вимоги до навчальних програм. zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII

Визначає стандарти вищої освіти, структуру ступенів та кредитно-модульну систему ЄКТС. zakon.rada.gov.ua

→ Стандарт вищої освіти України зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

Визначає компетентності та результати навчання для першого (бакалаврського) рівня. mon.gov.ua

→ Наказ МОН «Про затвердження Положення про організацію освітнього процесу у ЗВО» від 10.10.2022

Регулює організацію навчального процесу, форми контролю знань та кредитно-модульну систему. mon.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

Електронна бібліотека КПІ

ela.kpi.ua — електронний репозиторій КПІ ім. Ігоря Сікорського з навчальними матеріалами з ТІМС для технічних спеціальностей.

Верховна Рада України

zakon.rada.gov.ua — нормативно-правова база, освітні закони та стандарти вищої освіти.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті та монографії з математики, статистики та комп'ютерних наук.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — освітні стандарти зі спеціальності 123, навчальні програми та методичні матеріали.

Журнал «Кібернетика та системний аналіз»

kibernetika.org.ua — провідне фахове видання НАН України з математичного моделювання та прикладної статистики.

Репозиторій Python SciPy

scipy.org — документація бібліотек NumPy, SciPy, Matplotlib, statsmodels для практичної реалізації методів ТІМС.

Державна служба статистики

ukrstat.gov.ua — реальні статистичні дані для аналізу в межах практичних занять та самостійної роботи.

Google Scholar / Semantic Scholar

scholar.google.com — пошук актуальних наукових статей із теорії ймовірностей, статистики та машинного навчання.

Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому ТІМС для інженерів?

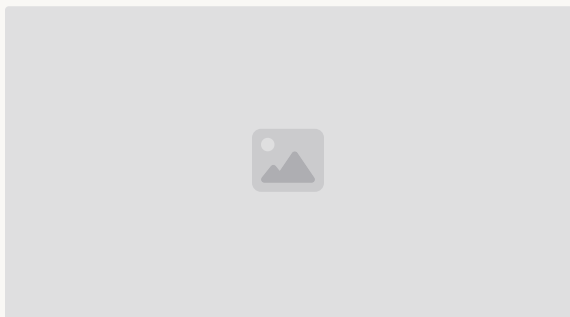
Дисципліна «Теорія ймовірності та математична статистика» є фундаментальною математичною основою підготовки бакалаврів зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Методи ймовірнісного аналізу та статистики пронизують усі ключові напрями сучасної комп'ютерної інженерії — від проектування надійних систем до розробки алгоритмів штучного інтелекту.

Сучасний інженер-програміст та розробник комп'ютерних систем щоденно стикається із задачами, що потребують глибокого розуміння випадковості, невизначеності та статистичного аналізу даних.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Математична основа алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту
- Аналіз та інтерпретація великих масивів даних (Big Data)
- Оцінка надійності та відмовостійкості комп'ютерних систем
- А/В-тестування та статистична перевірка гіпотез у розробці ПЗ
- Моделювання мережевого трафіку та черг у системах масового обслуговування
- Криптографія та генерація псевдовипадкових чисел

Ключові компетентності курсу — Підсумок



Курс охоплює всі ключові розділи теорії ймовірностей та математичної статистики — від класичних основ до сучасних методів аналізу даних — і формує у студентів математичну базу, необхідну для роботи з алгоритмами ML, аналізу великих даних та проектування надійних комп'ютерних систем.

Бажаємо успіхів у вивченні Теорії ймовірності та математичної статистики!

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

16

Тем

У 4 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Теорія ймовірностей — це не що інше, як здоровий глузд, зведений до числення.» — П'єр-Симон Лаплас

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 4 кредити ЄКТС