



МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем і веб-технологій
Статус дисципліни	Вибірковий освітній компонент з міжфакультетського/ факультетського/ кафедрального Каталогів
Форма навчання	Заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ЕКТС (лекції – 8 год., лабораторні заняття – 6 год., СРС – 106 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції і практичні заняття проводить: канд. техн. наук, доцент, Кублій Лариса Іванівна kublii_l_i@ukr.net , тел. 544-50-15, 063-71-91-231, 097-558-27-17
Розміщення курсу	Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Математична статистика вивчає методи обробки кількісних і якісних даних для одержання математично обґрунтованих висновків, дає вміння їх застосовувати для розв'язання професійних завдань при розробці програмного забезпечення. Зокрема розглядаються: методи збору і групування даних; точкові й інтервальні статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності; елементи теорії кореляції; регресійний аналіз; обробка даних шкали найменувань і порядку; статистичні критерії перевірки гіпотез; багатовимірне шкалювання. У курсі "Математична статистика" студенти спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення" вивчають теми, пов'язані з подальшим навчанням і їхньою майбутньою професійною діяльністю.

Метою опанування дисципліни є формування у студентів професійних компетентностей:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 6);
- здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (ФК 8);
- розробляти та застосовувати ймовірно-статистичні методи для розв'язання професійних завдань при розробці програмного забезпечення.

Предметом навчальної дисципліни є вивчення понять і методів математичної статистики.

Студенти після засвоєння матеріалу дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання

- закономірностей випадкових явищ, ймовірісно-статистичних методів для розв'язання професійних завдань;
- знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення (ПРН 5);
- знати і вміти використовувати фундаментальний математичний інструментарій при побудові алгоритмів та розробленні сучасного програмного забезпечення (ПРН 10);

уміння

- застосовувати ймовірісно-статистичні методи для розв'язання професійних завдань при розробці програмного забезпечення;
- проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування (ПРН 25).

Додаткові знання:

- основ математичної статистики;
- статистичних оцінок параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали);
- статистичної перевірки гіпотез;
- елементів дисперсійного аналізу;
- елементів теорії кореляції;
- регресійних моделей;
- моделей часових рядів;
- числових характеристик шкал найменувань і порядку;
- методів багатовимірного шкалювання.

Додаткові вміння:

розв'язувати математичні й фізичні задачі шляхом створення відповідних застосувань, а саме:

- розраховувати обсяги вибірок;
- задавати інформацію про розподіл вибірки в табличному, аналітичному й графічному вигляді;
- знаходити точкові й інтервальні статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали),
- виконувати перевірку статистичних гіпотез;
- застосовувати дисперсійний аналіз;
- будувати регресійні моделі і моделі часових рядів;
- знаходити числові характеристики для даних шкал найменувань і порядку;
- застосовувати методи багатовимірного шкалювання;
- правильно застосовувати статистичні методи для обробки вибірових даних;
- використовувати методи теорії ймовірностей та математичної статистики при розв'язанні математичних та фізичних задач шляхом створення відповідних застосувань.

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

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена у першому семестрі третього року навчання. Дисципліна "Математична статистика" викладається студентам третього року підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення" освітньої програми "Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем і веб-технологій" у п'ятому навчальному семестрі. Вивчення дисципліни "Математична статистика" спирається на знання, отримані за програмою попередніх років навчання, коли студенти вже прослухали такі

дисципліни, як “Математичний аналіз”, “Лінійна алгебра та аналітична геометрія”, “Комп’ютерна дискретна математика”, “Теорія ймовірностей”, набули певних теоретичних знань та володіють необхідним математичним апаратом. Компетенції, отримані студентами в процесі вивчення цієї дисципліни застосовуються ними при вивченні навчальних дисциплін “Безпека програмного забезпечення”, “Основи інженерії даних”, “Методології розробки інтелектуальних комп’ютерних програм”, “Побудова масштабованих систем обробки даних у реальному часі” та ін., які подаються в наступних семестрах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи математичної статистики

Тема 2. Статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали)

Тема 3. Елементи теорії кореляції (кількісні шкали). Регресійний аналіз

Тема 4. Статистичні критерії перевірки гіпотез

Тема 5. Моделі часових рядів

Тема 6. Числові характеристики шкали найменувань

Тема 7. Числові характеристики шкали порядку

Тема 8. Аналіз даних

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Бідюк П.І., Ткач Б.П., Харрінгтон Т. Математична статистика: Навч. посіб. — К.: Персонал, 2018. — 348 с..
2. Донченко В.С., Сидоров М.В.-С. Теорія ймовірностей та математична статистика; Навч. посібн. — К.: Київський університет, 2015. — 400 с.
3. Лебедев Є.О., Лівінська Г.В., Розора І.В., Шарапов М.М. Математична статистика: Навч. посіб. — К.: Київський університет, 2016, — 159 с.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. — Москва: Физматлит, 2012. — 816 с.
5. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. — СПб: Речь, 2010. — 350 с.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 12-е изд. — М.: В. школа, 2019. — 479с.
7. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. — Москва: Финансы и статистика, 1989. — 218 с.
8. Паниотто В.И., Максименко В.С. Количественные методы в социологических исследованиях. — К.: Наукова думка, 2003. — 272 с.
9. Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимошук О.Л. Аналіз часових рядів: Навч. посібник. — К.: Політехніка, 2010. — 317 с.

Додаткова література

10. Гланц С. Медико-биологическая статистика. — Москва: Практика, 1999. — 459 с.
11. Джавала Л.Л., Слюсарчук Ю.М., Хром’як Й.Я., Цимбал В.М. Теорія ймовірностей, математична статистика та імовірнісні процеси: Навч. посіб. — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 364 с.
12. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І., Савіна С.С. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч. посібник: У 2-х ч. — Ч. II. Математична статистика. — К.: КНЕУ, 2001. — 336 с.

Інформаційні ресурси

16. Кампус НТУУ “КПІ” — <http://login.kpi.ua/>
17. Теорія ймовірностей та математична статистика-2: Рекомендації до виконання самостійної роботи студентів заочної форми навчання за освітньою програмою “Інженерія програмного забезпечення розподілених систем” / Л. І. Кублій; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 0,62 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 46 с. — http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27380/1/2020_Kublii_L.I._TYtaMS-SRSzaoch.pdf
18. Науково-технічна бібліотека НТУУ “КПІ” — <http://library.kpi.ua/1>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 8 годин лекцій і 6 годин лабораторних занять, передбачає виконання модульної контрольної роботи, яка проводиться на останньому лабораторному занятті і триває 1 академічну годину.

На лекціях студенти одержують основний теоретичний матеріал. Основні завдання циклу лабораторних робіт полягають в тому, щоб студенти закріпили і поглибили засвоєння

матеріалу лекцій, отримали практичні навички. На лабораторних заняттях розробляються алгоритми програмної реалізації завдань і проведення розрахунків з використанням електронних таблиць Excel.

Передбачається одна модульна контрольна робота, яка проводиться у кінці семестру. Мета контрольної роботи полягає у перевірці засвоєння матеріалу дисципліни. Для проведення контрольної роботи виділяється 1 година за рахунок лабораторних занять. На контрольну роботу виносяться такі теми: розрахунок статистичних показників (частоти, середні значення, міри розсіювання); кореляція і регресія; перевірка статистичних гіпотез. Для полегшення розрахунків студенти можуть використовувати засоби електронних таблиць Excel.

№ з/п	Назви тем, занять	год.
Тема 1. Основи математичної статистики		
1	Лекція 1.1. Вибірки. Вимірювання. Групування емпіричних даних Завдання математичної статистики. Повторна і безповторна вибірки. Типи шкал (найменувань, порядку, інтервалів, відношень). Групування емпіричних даних. Формула Стерджерса. Побудова інтервальних розподілів. Графічне подання емпіричних даних (гістограма, полігон).	1
Тема 2. Статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали)		
2	Лекція 1.2. Статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали) Числові характеристики кількісних шкал. Точкові оцінки параметрів розподілу. Незміщені, зміщені, ефективні та змістовні оцінки. виправлена вибіркова дисперсія. виправлене вибіркоче середнє квадратичне відхилення (стандартне відхилення). Метод моментів для точкової оцінки одного і двох параметрів розподілу. Метод найбільшої правдоподібності для точкової оцінки параметрів розподілу дискретних і неперервних випадкових величин. Інтервальні оцінки. Точність оцінки, довірна ймовірність (надійність), довірчий інтервал.	1
3	Лабораторна робота 1.1. Числові характеристики кількісних шкал	1
Тема 3. Елементи теорії кореляції (кількісні шкали). Регресійний аналіз		
4	Лекція 2.1. Елементи теорії кореляції (кількісні шкали). Регресійний аналіз Кореляційний зв'язок кількісних ознак. Функціональна, статистична й кореляційна залежності. Показники зв'язку кількісних шкал. Умовне середнє. Кореляційна таблиця. Лінійна кореляція. Вибірковий коефіцієнт лінійної парної кореляції Пірсона. Лінійна і нелінійна регресія. Умовне середнє значення. Кореляційне поле. Вибіркове рівняння регресії.	1
Тема 4. Статистичні критерії перевірки гіпотез		
5	Лекція 2.2. Статистичні гіпотези Нульова, конкуруюча (альтернативна), проста, складна гіпотези. Статистичний критерій перевірки нульової гіпотези. Емпіричне й критичне значення критерію. Однобічна й двобічна критичні області. Помилки першого і другого роду. Потужність критерію. Параметричні й непараметричні критерії.	1
6	Лабораторна робота 1.2. Перевірка статистичних гіпотез про рівність параметрів розподілів і значущість сили зв'язку.	1
Тема 5. Моделі часових рядів		
7	Лекція 3.1. Методи часових рядів Часові ряди. Кумулятивний Т-критерій виявлення тенденції. Прогнозування на основі рядів Фур'є	1
Тема 6. Числові характеристики шкали найменувань		
8	Лекція 3.2. Числові характеристики шкали найменувань Мода. Індекс якісної варіації. Якісна дисперсія. Ентропія. Ентропійний коефіцієнт. Числові характеристики шкали найменувань.. Застосування моди в шкалах вищих типів. Коефіцієнти зв'язку в таблицях 2×2 і $m \times n$	1

9	Лабораторна робота 2.1. Числові характеристики шкали найменувань	0,5
Тема 7. Числові характеристики шкали порядку		
10	Лекція 4.1. Числові характеристики шкали порядку Медіана. Квартилі Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена й Кендалла для звичайних і об'єднаних рангів. Коефіцієнт множинної рангової кореляції	1
11	Лабораторна робота 2.2. Числові характеристики шкали порядку	0,5
Тема 8. Аналіз даних		
12	Лекція 4.2. Дисперсійний, факторний і кластерний аналізи Дисперсійний аналіз. Загальна, факторна (міжгрупова) і залишкова (внутрішньогрупова) дисперсії. Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язних груп. Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язних груп. Перевірка гіпотези про рівність групових генеральних дисперсій, виявлення впливу фактора на зміну ознаки. Факторний аналіз. Статистичні показники визначення мінімальної кількості факторів у факторному аналізі. Кластерний аналіз. Міри подібності. Алгоритми класифікації.	1
13	Лабораторна робота 2.3. Модульна контрольна робота	1
14	Лабораторна робота 3. Залік	2

6. Самостійна робота студента

Оскільки для студентів заочної форми навчання на аудиторні заняття виділяється незначна кількість годин, то основна частка матеріалу виноситься на самостійне опрацювання. Самостійна робота студентів заочної форми навчання є невід'ємною складовою процесу навчання і основним способом оволодіння навчальним матеріалом.

Тема 1. Основи математичної статистики

Завдання математичної статистики. Практичне застосування закону великих чисел. Вибірка (вибіркова сукупність), генеральна сукупність, обсяг сукупності. Повторна і безповторна вибірки. Репрезентативна вибірка. Способи формування вибірок. Вимірювання. Типи шкал (найменувань, порядку, інтервалів, відношень). Характеристика шкал. Методи і числові характеристики шкал. Властивості шкал. Шкальні перетворення: зниження і підвищення рівня шкали (стор (409-440 [2], 284-315 [3], 167-175 [8], стор. 12-20 [5]; 8-18, 159-166 [8])).

Групування емпіричних даних. Формула Стерджерса. Графічне подання емпіричних даних (гістограма, полігон). Точкові оцінки параметрів розподілу і методи їхнього одержання (моментів, найбільшої правдоподібності) (стор. 26-31, 215-237 [1], 12, 21-25 [3], 19-38, 181-185 [8])).

Тема 2. Статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності (кількісні шкали)

Середні значення — середнє арифметичне, середнє квадратичне, середнє гармонійне, середнє геометричне; умови застосування. Характеристики варіаційного ряду: мода, медіана. Міри розсіювання: дисперсія, середнє квадратичне відхилення, розмах варіювання, середнє абсолютне відхилення, коефіцієнт варіації; умови застосування. Показники асиметрії (коефіцієнт асиметрії, спрощений коефіцієнт асиметрії) і крутизни (куртозис, ексцес) кривої розподілу (стор. 13-17, 34-39 [3])).

Незміщені, зміщені, ефективні та змістовні оцінки. Точкові оцінки параметрів розподілу. Вибіркове середнє арифметичне значення (дискретний і інтервальний розподіли). Оцінка генерального середнього за вибірковим середнім. Генеральна і вибіркова дисперсії. Оцінка генеральної дисперсії за вибірковою. виправлена вибіркова дисперсія. виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення (стандартне відхилення). Метод моментів для точкової оцінки одного і двох параметрів розподілу. Метод найбільшої правдоподібності для точкової оцінки параметрів розподілу дискретних і неперервних випадкових величин (стор. 197-207, 211-212, 226-234 [6])).

Групові і загальні середні значення. Внутрішньогрупова, міжгрупова і загальна дисперсії. Правило додавання дисперсій (стор. 203-204, 207-211 [6])).

Точність оцінки, довірча ймовірність (надійність), довірчий інтервал. Кількість ступенів свободи. Розподіли Хі-квадрат і Стюдента. Довірчі інтервали для генерального середнього значення. Довірчі інтервали для генерального середнього квадратичного відхилення і генеральної дисперсії нормально розподіленої ознаки. Довірчий інтервал для параметра біноміального розподілу. Довірчі інтервали

для генеральної відносної частоти (дискретної ймовірності) ознаки. Розрахунок обсягу великої випадкової вибірки (повторної, безповторної) (стор. 207-211 [6]).

Тема 3. Елементи теорії кореляції (кількісні шкали). Регресійний аналіз

Функціональна, статистична й кореляційна залежності. Показники зв'язку кількісних шкал. Умовне середнє.

Кореляційна таблиця. Лінійна кореляція. Вибірковий коефіцієнт лінійної парної кореляції Пірсона. Довірчий інтервал для коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона. Криволінійна кореляція. Вибіркові кореляційні відношення: властивості. Множинна кореляція: сукупний коефіцієнт кореляції (стор. 223-283 [3], 606-647 [4]).

Умовне середнє значення. Кореляційне поле. Вибіркове рівняння регресії. Знаходження параметрів вибіркового рівняння лінійної регресії за незгрупованими даними (метод найменших квадратів). Кореляційна таблиця; знаходження параметрів вибіркового рівняння лінійної регресії за згрупованими даними. Знаходження параметрів вибіркового рівняння нелінійної регресії (метод найменших квадратів). Множинна регресія. Регресійне прогнозування (стор. 447-500 [1], 648-696 [4], 141-158 [8]).

Тема 4. Статистичні критерії перевірки гіпотез

Основні статистичні розподіли (нормальний, χ^2 Пірсона, Стюдента, Фішера-Снедекора). Прийняття рішень на основі перевірки статистичних гіпотез. Параметричні критерії перевірки статистичних гіпотез (Стюдента, Фішера-Снедекора) (стор. 130-182, 238-252 [1], 84-143 [3], 24-33, 44-61, 389-413 [4], 24-32 [5]). Критерії узгодженості (χ^2 Пірсона, Колмогорова). Критерії однорідності (χ^2 , Колмогорова-Смирнова, Вілкоксона). Перевірка гіпотези про значущість вибіркового коефіцієнта кореляції Пірсона. Критерії перевірки гіпотези про нормальний розподіл: критерії Шапіро-Уїлка, Пірсона χ^2 , Колмогорова, Ліллієфорса. Порівняння емпіричних значень асиметрії й ексцесу. Графічний метод (стор. 314-357 [1]), стор. 231-278 [4]). Непараметричні критерії перевірки статистичних гіпотез (стор. 314-357 [1]). Умови застосування різних критеріїв перевірки нормальності розподілу (стор. 231-278 [4]). Критерії відмінностей: Розенбаума, Манна-Уїтні, Краскала-Уолліса, тенденцій Джонкіра. Критерії змін: ранговий критерій знаків, Вілкоксона для повторних вимірювань, χ^2_r Фрідмана, тенденцій Пейджа. Багатофункціональний критерій Фішера (стор. 39-109, 158-176 [5]).

Тема 5. Моделі часових рядів

Часові ряди. Кумулятивний Т-критерій виявлення тенденції. Ковзне середнє значення. Авторегресійні моделі: звичайні і з врахуванням сезонності, Порядок авторегресії, сезонність. Моделі експоненційного згладжування, підбір коефіцієнта згладжування. Адаптивна модель Хольта-Вінтерса, підбір коефіцієнтів. Прогнозування на основі рядів Фур'є (стор. 12-14, 46-58 [9]).

Тема 6. Числові характеристики шкали найменувань

Числові характеристики шкали найменувань. Мода. Застосування моди в шкалах вищих типів. Індекс якісної варіації. Якісна дисперсія. Ентропія. Ентропійний коефіцієнт (стор. 31-34 [3]; 43-45, 57-60, 80-93 [8]). Сила і напрямок зв'язку в шкалі найменувань. Розрахунок коефіцієнтів зв'язку в таблицях 2x2 (асоціації Юла, контингенції Пірсона) і mxn (Чупрова, Крамера, спряженості Пірсона). Розрахунок g-коефіцієнта Гудмана. Розрахунок точкового бісеріального коефіцієнта кореляції Пірсона (стор. 31-34 [3]; 57-60, 80-93 [8]).

Тема 7. Числові характеристики шкали порядку

Медіана. Застосування медіани в шкалах вищих типів. Квантілі (квартилі, квінтилі, децилі, персентилі). Міжквартильний розмах. Коефіцієнт диференціації (стор. 30-31 [3], 208-223 [5], 42-43, 60-64, 93-96 [8]). Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена й Кендалла для звичайних і об'єднаних рангів. Коефіцієнт множинної рангової кореляції. Перевірка значущості коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена, Кендалла, коефіцієнта множинної рангової кореляції. Бісеріальний ранговий коефіцієнт кореляції (стор. 39-40 [3], 208-223 [5], 93-96, 103-124 [8]).

Тема 8. Аналіз даних

Дисперсійний аналіз. Загальна, факторна (міжгрупова) і залишкова (внутрішньогрупова) дисперсії. Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язних груп. Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язних груп. Перевірка гіпотези про рівність групових генеральних дисперсій, виявлення впливу фактора на зміну ознаки. Двофакторний дисперсійний аналіз для незв'язних груп. Двофакторний дисперсійний аналіз для зв'язних груп (стор. 11-292 [2], 201-222 [3], 590-605 [4], 224-252 [5]). Поняття фактора. Лінійна математична модель факторного аналізу. Розвідувальний і перевірочний (конфірматорний) факторний аналіз. Матриця кореляцій (коваріацій). Факторизація матриці

кореляцій (коваріацій), редуційована матриця. Обертання факторної структури і змістовна інтерпретація результатів факторизації (стор. 5-68 [7], 210-217 [8]).

Поняття кластера. Міри подібності. Алгоритми класифікації: ієрархічні агломеративні, ієрархічних дивізимні, ітераційні методи групування, методи пошуку модальних значень щільності, факторні методи, методи згущень (139-209 [7], 207-209 [8]).

Статистичні моделі в програмному забезпеченні (стор. 447-500 [1], 223-283 [3], 606-696 [4], 141-158 [8]).

Модульна контрольна робота

Залік

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять. Відвідування лекційних і практичних занять є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороба, непередбачувані обставини).

У разі пропуску занять без поважних причин, а також через порушення граничного терміну виконання завдання студент може отримати 80% від максимальної оцінки за відповідне завдання.

Пропущені контрольні заходи оцінювання. Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини заняття за рахунок самостійної роботи.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються.

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Математична статистика» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, крім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дають можливості виконувати завдання з використанням персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Призначення заохочувальних та штрафних балів Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання.

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Написання тез, статті (за тематикою навчальної дисципліни)	5 балів	-	-
Участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5 балів	-	-

Підготовка до лабораторних занять і контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронних засобів (електронна пошта, телеграм, зум).

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

Семестрова атестація проводиться у вигляді заліку. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система та університетська шкала.

Поточний контроль: поточні опитування, виконання і захист лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Модульна контрольна робота: за семестровим (кредитним) модулем передбачається одна модульна контрольна робота, яка проводиться у кінці семестру. Мета контрольної роботи полягає у перевірці засвоєння матеріалу дисципліни. Для проведення контрольної роботи виділяється 1 година за рахунок лабораторних занять. На контрольну роботу виносяться такі теми: розрахунок статистичних показників (частоти, середні значення, міри розсіювання); кореляція і регресія; перевірка статистичних гіпотез. Для полегшення розрахунків студенти можуть використовувати засоби електронних таблиць Excel.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: необхідною умовою допуску до заліку є виконання лабораторних робіт, домашньої роботи і модульної контрольної роботи.

Перелік контрольних заходів

№ п/п	Контрольний захід оцінювання	Ваговий бал	Кількість	Разом
1	Виконання лабораторних робіт:			
	— написання програмного коду;	5	2	10
	— захист лабораторної роботи;	5	2	10
	— звіт з лабораторної роботи	5	2	10
2	Виконання домашньої роботи	40	1	40
3	Модульна контрольна робота	30	1	30
4	Разом			100

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою з подальшим перерахуванням у 6-бальну.

2. Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

3. При нарахуванні балів за окремими видами робіт рейтинг студента складається з балів, які він отримав за:

1) виконання лабораторних робіт;

2) домашню роботу;

3) модульну контрольну роботу (МКР);

4) залікову (виконується з метою покращення сумарного залікового балу) контрольну роботу (ЗКР);

5) заохочувальні та штрафні бали.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1). Виконання лабораторних робіт

Із запропонованих 4 лабораторних робіт студент на вибір має виконати і захистити 2.

Виконання та захист лабораторних робіт: оцінюються 2 лабораторні роботи, пов'язаних з розробкою і написанням програм обробки даних (програмуванням). Максимальний ваговий бал однієї лабораторної роботи 10 балів (5 балів за програму і 5 балів за захист). Максимальна кількість балів за лабораторні роботи (виконання і захист роботи) дорівнює $10 \text{ балів} \times 2 = 20 \text{ балів}$.

Звіти з лабораторних робіт: оцінюються 2 звіти з лабораторних робіт. Максимальний ваговий бал одного звіту з лабораторної роботи — 5. Максимальна кількість балів за всі звіти дорівнює $5 \text{ балів} \times 2 = 10 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання лабораторної роботи

якість програмного коду:

— студент правильно виконав лабораторну роботу протягом встановленого терміну, повністю реалізував метод обробки даних, текст програми структурований і добре коментований, інтерфейс програми зручний і зрозумілий — 5 балів;

— студент правильно виконав лабораторну роботу, повністю реалізував метод обробки даних, текст програми структурований, але недостатньо коментований, інтерфейс програми недостатньо зручний — 4 бали;

— студент виконав лабораторну, правильно запрограмував метод обробки даних, але коментованість програми недостатня, інтерфейс незручний — 2-3 бали;

— студент частково реалізував метод обробки даних — 0 балів;

якість захисту лабораторної роботи:

— студент повністю виконав усі надані до захисту завдання (відповів на запитання) — 5 балів;

— студент правильно виконав усі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності — 4 бали;

— студент частково виконав всі надані для захисту завдання — 2-3 бали;

— студент при виконанні завдання (у відповідях на запитання) допустив суттєві неточності — 0 балів;

виконання звіту з лабораторної роботи:

— звіт виконано повністю і правильно — 5 балів;

— звіт виконано більше, ніж наполовину, але не повністю — 3-4 бали;

— звіт виконано наполовину — 2 бали;

— звіт виконано менше, ніж наполовину або не виконано зовсім — 0 балів.

Отже, $r_{лр} = 20 + 10 = 30$ балів.

2). Виконання домашньої роботи

Оцінюється домашня робота студента, яка містить 8 завдань, за кожне з яких нараховується по 5 балів. Максимальний ваговий бал — $5 \text{ балів} \times 8 = 40$ балів. Отже, $r_{др} = 40$ балів.

Критерії оцінювання

Якість виконання кожного завдання оцінюється так:

— завдання виконане повністю і правильно — 5 балів;

— завдання виконане повністю, але має несуттєві неточності — 4 бали;

— завдання виконане наполовину — 3 бали;

— завдання виконане менше, ніж наполовину, або має суттєві неточності, або не виконане — 0 балів.

3). Написання модульної контрольної роботи (МКР)

Контрольна робота складається з 5 завдань, за кожне з яких нараховується максимальний бал 10. Максимальний ваговий бал — $6 \text{ балів} \times 5 = 30$ балів. Отже, $r_{мкр} = 30$ балів.

Критерії оцінювання.

Якість виконання кожного завдання оцінюється так:

— завдання виконане повністю і правильно протягом відведеного часу — 6 балів;

— завдання виконане повністю протягом відведеного часу, але має несуттєві неточності — 5 балів;

— завдання виконане більше, ніж наполовину протягом відведеного часу — 4 бали;

— завдання виконане наполовину протягом відведеного часу — 3 бали;

— завдання виконане менше, ніж наполовину, або має суттєві неточності, або невиконане протягом відведеного часу — 0 балів.

4). Написання залікової контрольної роботи (ЗКР)

Залікова контрольна робота складається з 7 завдань, за кожне з яких нараховується максимальний бал 10. Максимальний ваговий бал — $10 \text{ балів} \times 7 = 70 \text{ балів}$. Отже, $r_{\text{зкр}} = 70 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання.

Якість виконання кожного завдання оцінюється так:

— завдання виконане повністю (надано відповідні обґрунтування) і вірно протягом відведеного часу — 9-10 балів;

— завдання виконане повністю протягом відведеного часу, але має несуттєві неточності — 7-8 балів;

— завдання виконане більше, ніж наполовину протягом відведеного часу — 5-6 балів;

— завдання виконане наполовину протягом відведеного часу — 3-4 бали;

— завдання виконане менше, ніж наполовину, або має суттєві неточності, або невиконане протягом відведеного часу — 0 балів.

5). Заохочувальні та штрафні бали за:

— активність на лабораторних заняттях і лекціях +0,5 бала;

— розв'язання задачі з використанням власного оптимального підходу +0,5 бала;

— написання тез, статті (за тематикою навчальної дисципліни) +5 балів;

— участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни) +5 балів;

— пропуск занять без поважних причин, а також через порушення граничного терміну виконання завдання студент отримує 80% від максимальної оцінки за відповідне завдання;

Загальний штрафний бал $g_{\text{ш}}$ не може бути меншим від -5, а заохочувальний $g_{\text{з}}$ — не більшим +5.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$R = r_{\text{лз}} + r_{\text{др}} + r_{\text{мкр}} = 30 + 40 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни становить 100 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання лабораторних робіт, домашньої роботи і модульної контрольної роботи.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля $r < 0,6R$, зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу. Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг $r \geq 0,6R$ можуть підвищити свій бал на заліку.

Якщо студент виконував залікову контрольну роботу, то його рейтинговим балом стає сума балів за лабораторні роботи і не і (жорстка PCO) за залікову контрольну роботу:

$$R = r_{\text{лр}} + r_{\text{зкр}} = 30 + 70 = 100 \text{ балів.}$$

Для отримання студентом відповідної традиційної оцінки його рейтингова оцінка R переводиться згідно з таблицею (шкалою оцінювання):

RD	Традиційна оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре

65...74	задовільно
60...64	достатньо
< 60	незадовільно
Не виконані умови допуску до заліку (лабораторні роботи, домашня робота і МКР)	не допущений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль (залік):

1. Приклади шкал вимірювання (найменувань, порядку, інтервалів, відношень), пов'язаних з програмним забезпеченням.
2. Повторна і безповторна вибірки. Способи формування вибірок.
3. Групування емпіричних даних. Дискретний розподіл вибірки.
4. Інтервальний розподіл вибірки. Формула Стерджерса.
5. Міри центральної тенденції кількісних шкал (інтервальних і відношень).
6. Розрахунок середніх значень (арифметичного, квадратичного, геометричного, гармонійного).
7. Міри розсіювання кількісних шкал.
8. Розрахунок показників розсіювання (варіаційного розмаху, середнього лінійного відхилення, виправленої дисперсії, стандартного відхилення, коефіцієнта варіації).
9. Показники асиметрії (коефіцієнт асиметрії, спрощений коефіцієнт асиметрії) і крутизни (куртозис, ексцес) кривої розподілу.
10. Групові і загальні середні значення.
11. Внутрішньогрупова, міжгрупова і загальна дисперсії.
12. Інтервальні оцінки для середнього значення і середнього квадратичного відхилення.
13. Визначення обсягів вибірок — розрахунок обсягів повторної і безповторної вибірок за різних умов.
14. Показники зв'язку кількісних шкал.
15. Розрахунок коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона.
16. Побудова довірчого інтервалу для коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона.
17. Розрахунок сукупного коефіцієнта кореляції.
18. Розрахунок кореляційного відношення.
19. Розрахунок точкового бісеріального коефіцієнта кореляції Пірсона.
20. Регресійне прогнозування. Кореляційне поле. Вибіркове рівняння регресії.
21. Знаходження параметрів вибіркового рівняння лінійної регресії (метод найменших квадратів).
22. Довірча смуга для вибіркового рівняння лінійної регресії. Довірча смуга для окремих значень залежної змінної.
23. Знаходження параметрів вибіркового рівняння нелінійної регресії (метод найменших квадратів).
24. Формулювання статистичних гіпотез. Загальна схема перевірки гіпотез.
25. Помилки першого і другого роду при перевірці гіпотез.
26. Прийняття рішень на основі перевірки статистичних гіпотез.
27. Непараметричні й параметричні критерії перевірки статистичних гіпотез.
28. Перевірка гіпотези про рівність математичних сподівань.
29. Перевірка гіпотези про рівність дисперсій.
30. Критерій узгодженості χ^2 Пірсона.

- 31.Критерій узгодженості Колмогорова.
- 32.Критерії однорідності (χ^2 , Колмогорова-Смирнова, Вілкоксона).
- 33.Перевірка критеріїв значущості коефіцієнтів рангової кореляції.
- 34.Перевірка критерію значущості вибіркового коефіцієнта лінійної парної кореляції Пірсона.
- 35.Критерії відмінностей Розенбаума, Манна-Уїтні, Краскала-Уолліса, тенденцій Джонкіра.
- 36.Статистичні гіпотези в програмному забезпеченні.
- 37.Перевірка нормальності розподілу.
- 38.Порівняння емпіричних значень асиметрії й ексцесу з критичними значеннями.
- 39.Графічний метод перевірки гіпотези про нормальність розподілу.
- 40.Числові характеристики шкали найменувань.
- 41.Розрахунок значення моди, показників розсіювання (індекс якісної варіації, якісна дисперсія, ентропія).
- 42.Показники зв'язку шкали найменувань.
- 43.Розрахунок коефіцієнтів зв'язку в таблицях 2×2 (асоціації Юла, контингенції Пірсона).
- 44.Розрахунок коефіцієнтів зв'язку в таблицях m×n (Чупрова, Крамера, спряженості Пірсона).
- 45.Числові характеристики шкали порядку.
- 46.Розрахунок значення медіани, квантилів, міжквартильного розмаху, коефіцієнта диференціації.
- 47.Показники зв'язку шкали порядку.
- 48.Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для звичайних рангів.
- 49.Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для об'єднаних рангів. Спрощена формула.
- 50.Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Кендалла для звичайних рангів(4 варіанти).
- 51.Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Кендалла для об'єднаних рангів.
- 52.Розрахунок коефіцієнта множинної рангової кореляції.
- 53.Розрахунок бісеріального рангового коефіцієнта кореляції.
- 54.Авторегресія, порядок авторегресії, сезонність.
- 55.Експоненційне згладжування, підбір коефіцієнта згладжування.
- 56.Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язних груп.
- 57.Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язних груп.
- 58.Двофакторний дисперсійний аналіз для незв'язних груп.
- 59.Двофакторний дисперсійний аналіз для зв'язних груп.
- 60.Поняття фактора. Розвідувальний і перевірочний факторний аналіз.
- 61.Статистичні показники визначення мінімальної кількості факторів у факторному аналізі.
- 62.Кластерний аналіз. Міри подібності в кластерному аналізі.
- 63.Алгоритми класифікації у кластерному аналізі.

Виставлення оцінки за контрольні заходи шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів чи інших курсів не передбачено.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем, канд. техн .наук, доцент, Кублій Лариса Іванівна

Ухвалено кафедрою АПЕПС (протокол № 16 від 18.06.21)

Погоджено Методичною комісією ТЄФ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 11 від 24.06.21)