

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

Кафедра Програмної інженерії



ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету КН

А.Л. Єрохін

(підпис, ініціали, прізвище)

26 березня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ

рівень вищої освіти _____ магістерський _____
(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність _____ 121 Інженерія програмного забезпечення _____

освітньо-наукова програма - _____ Інженерія програмного забезпечення _____

Харків, 2024

Розробники: О.С. Назаров, доцент кафедри ПІ, к.т.н., доцент

(ініціали, прізвище, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри Програмної інженерії

Протокол від “11” березня 2024 року № 10

Завідувач кафедри


(підпис)

З.В. Дудар
(ініціали, прізвище)

Керівник проектної групи/Гарант
освітньої програми

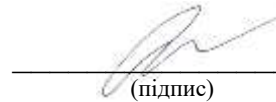

(підпис)

З.В. Дудар
(ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету КН.

Протокол від “26” березня 2024 року № 8

Голова методичної комісії


(підпис)

О.Ф. Лановий
(ініціали, прізвище)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – <u>5</u>	Професійна та практична підготовка (обов'язкова, норм. дисц. – ПЗ; дисц. сам.вибору НЗ- ПЗС)	
	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2	2023	
Індивідуальних завдання: КП <u>1</u>	Семестр	
Загальна кількість годин – 150	3-й	
	Навчальні заняття:	
	1) лекції, год	
	26	
	2) практичні, год	
	0	
	3) лабораторні, год	
	16	
	4) консультації, год.	
	10	16
	Самостійна робота, год	
	98	134
	в тому числі: 1) РГЗ та КР.	
	Вид контролю: комбінований іспит.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,8 самостійної роботи студента – 5,4		
Тижневих годин для заочної форми навчання: аудиторних – 0,9 самостійної роботи студента – 7,3		

2. МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ ВИВЧЕННЯ

Метою дисципліни є засвоєння принципів застосування методів у теорії прогнозування, знання яких необхідні сучасному програмісту при розробці алгоритмів для розв'язання задач. Розглядаються основи теорії прогнозування та застосування принципів теорії прогнозування, методи оцінювання параметрів регресійних залежностей у теорії прогнозування, кореляції, статистичні тести, найуживаніші у теорії прогнозування, методи планування експерименту та перевірки гіпотез у теорії прогнозування.

Завдання дисципліни: за результатом вивчення дисципліни студенти мають володіти загальними/ фаховими компетентностями та програмними результатами відповідно до змісту *освітньо-наукової програми Інженерія програмного забезпечення підготовки фахівців 2-го (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, та освітньо-професійної програми Програмне забезпечення систем підготовки фахівців 2-го (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, а саме:*

А) Загальними компетентностями:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.

ЗК03. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК04. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.

Б) Фаховими компетентностями:

СК01. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.

СК02. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення.

СК03. Здатність проектувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів.

СК10. Здатність планувати і виконувати наукові дослідження з інженерії програмного забезпечення.

В) Програмні результати:

РН18. Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі інженерії програмного забезпечення.

РН19. Формулювати, експериментально перевіряти, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розроблення програмного забезпечення інноваційні методи та конкурентоспроможні технології розв'язання професійних, науково-технічних задач у мультидисциплінарних контекстах.

РН20. Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері інженерії програмного забезпечення, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: основні методи і алгоритми теорії прогнозування; технології побудови і аналізу гістограм та інших наочних засобів описової статистики у теорії прогнозування; особливості найбільш вживаних методів статистичного аналізу даних; основні методи розв'язання задач аналізу та інтерпретації даних, отриманих за допомогою різного роду інформаційно-вимірвальних систем; мати уяву про основні тенденції розвитку теорії та практики аналізу й інтерпретації даних; структури функціональних можливостей сучасних пакетів прикладних програм теорії прогнозування.

вміти: планувати і здійснювати експерименти для теорії прогнозування; аналізувати дані із різних джерел; приймати проектні та управлінські рішення, виходячи із повного розуміння методів обробки даних у теорії прогнозування; використовувати методи прогнозування при розробці алгоритмів; використовувати стандартну термінологію й позначення; вміло застосовувати пакет прикладних програм при обробці експериментальних даних з метою розв'язання практичних задач у теорії прогнозування.

володіти: сучасними технологіями проектування програмного забезпечення; різними підходами до теорії прогнозування; сучасними технологіями збору, обробки та аналізу даних; сучасними технологіями, що використовуються для прийняття рішень на основі теорії прогнозування.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основи теорії прогнозування.

Тема 1. Вступ в теорію прогнозування. Історія прогнозування, необхідність в прогнозуванні, типи прогнозів, макроекономічне прогнозування, вибір методу прогнозування, етапи прогнозування, управління процесом прогнозування, комп'ютерні пакети для вирішення задач прогнозування, приклади прогнозування.

Тема 2. Задача прогнозування, узагальнювальна здатність, байесовський класифікатор, ковзаючий контроль. Основні поняття теорії прогнозування по прецедентах, узагальнювальна здатність і ефект перенавчання, байесовський класифікатор, пошук оптимальних алгоритмів прогнозування, методи оцінки узагальнювальної здатності і ковзаючий контроль.

Тема 3. Задачі прогнозування, лінійна машина, теоретичні методи оцінки узагальнювальної здатності. Приклад моделі розпізнавання - лінійна машина, теоретичні методи оцінки узагальнювальної здатності.

Тема 4. Лінійна регресія, оцінки регресійних параметрів. Лінійна модель, метод найменших квадратів і його зв'язок з методом максимальної правдоподібності, одновимірна лінійна модель, багатовимірна лінійна модель, властивості оптимальних регресій, трикомпонентне розкладання узагальненої помилки; методи, ґрунтовані на регуляризації.

Тема 5. Статистичні методи розпізнавання, розпізнавання при заданій точності для деяких класів, ROC-аналіз. Методи, ґрунтовані на формулі Байеса; лінійний дискримінант Фішера, логістична регресія, метод К-найближчих сусідів, розпізнавання при заданій точності для деяких класів.

Тема 6. Принцип часткової прецедентности, тестовий алгоритм, модель АВО. Тестовий алгоритм, представницькі набори, алгоритми обчислення оцінок.

Змістовий модуль 2. Застосування принципів теорії прогнозування.

Тема 7. Нейромережеві методи, перцептрон Розенблатта, багат шаровий перцептрон. Нейромережеві методи, перцептрон Розенблатта, багат шаровий перцептрон, метод зворотного поширення помилки.

Тема 8. Ядерні методи, метод опорних векторів. Вирішальні дерева. Ядерні методи, метод опорних векторів, регресія. Вирішальні дерева.

Тема 9. Структура помилки опуклих комбінацій, комітетні методи, логічна корекція. Опуклі комбінації алгоритмів, комітетні методи, наївний байесовський коректор, логічна корекція, алгебраїчна корекція.

Тема 10. Колективні методи, беггинг, бустинг, голосування по системах закономірностей. Колективні методи, беггинг, бустинг, логічні закономірності, статистично зважені синдроми, метод комітетів.

Тема 11. Методи кластерного аналізу проектування даних на площину, метод головних компонент. Кластерний аналіз, візуалізація багатовимірних даних, метод головних компонент.

Тема 12. Байесовські мережі. Методи аналізу виживаності. Байесовські мережі, аналіз виживаності, тимчасові ряди.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	кс.	с.р.		л	п	лаб.	кс.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1. Вступ в теорію прогнозування.	10	2				8	11					11
Тема 2. Задача прогнозування, узагальнювальна здатність, байесовський класифікатор, ковзаючий контроль.	10	2				8	11					11
Тема 3. Задачі прогнозування, лінійна машина, теоретичні методи оцінки узагальнювальної здатності.	16	2		4	2	8	14				4	10
Тема 4. Лінійна регресія, оцінки регресійних параметрів.	10	2				8	11					11
Тема 5. Статистичні методи розпізнавання, розпізнавання при заданій точності для деяких класів, ROC-аналіз.	16	2		4	2	8	14				4	10
Тема 6. Принцип часткової прецедентности, тестовий алгоритм, модель АВО.	10	2				8	11					11
Усього годин за мод. 1	72	12		8	4	48	72				8	64
Модуль 2												
Тема 7. Нейромережіві методи, перцептрон Розенблатта, багатошаровий перцептрон.	10	2				8	11					11
Тема 8. Ядерні методи, метод опорних векторів. Вирішальні дерева.	16	2		4	2	8	16				4	12
Тема 9. Структура помилки опуклих комбінацій, комітетні методи, логічна корекція.	10	2				8	11					11
Тема 10. Колективні методи, беггинг, бустинг, голосування по системах закономірностей.	10	2				8	12					12
Тема 11. Методи кластерного аналізу проектування даних на площину, метод головних компонент.	16	2		4	2	8	16				4	12
Тема 12. Байесовські мережі. Методи аналізу виживаності.	16	4			2	10	12					12
Усього годин за мод. 2	78	14		8	6	50	78				8	70
Усього годин за семестр	150	26		16	10	98	150				16	134

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено.

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Попередня обробка значень часових рядів. Визначення наявності тренду.	4	2
2	Виділення компонент тренд-сезонного часового ряду. Вибір кривої зростання і визначення її параметрів.	4	2
3	Оцінка адекватності трендової моделі. Прогнозування на основі трендової моделі.	4	2
4	Адаптивна модель прогнозування Брауна.	4	2
Загальна кількість		16	8

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Вид самостійної роботи	Форма навчання	
		Денна	Заочна
		обсяг, год	обсяг, год
1	Тема 1. Вступ в теорію прогнозування.	8	11
2	Тема 2. Задача прогнозування, узагальнювальна здатність, байєсовський класифікатор, ковзаючий контроль.	8	11
3	Тема 3. Задачі прогнозування, лінійна машина, теоретичні методи оцінки узагальнювальної здатності.	8	10
4	Тема 4. Лінійна регресія, оцінки регресійних параметрів.	8	11
5	Тема 5. Статистичні методи розпізнавання, розпізнавання при заданій точності для деяких класів, ROC-аналіз.	8	10
6	Тема 6. Принцип часткової прецедентности, тестовий алгоритм, модель АВО.	8	11
7	Тема 7. Нейромережеві методи, перцептрон Розенблатта, багатошаровий перцептрон.	8	11
8	Тема 8. Ядерні методи, метод опорних векторів. Вирішальні дерева.	8	12
9	Тема 9. Структура помилки опуклих комбінацій, комітетні методи, логічна корекція.	8	11
10	Тема 10. Колективні методи, беггинг, бустинг, голосування по системах закономірностей.	8	12
11	Тема 11. Методи кластерного аналізу проектування даних на площину, метод головних компонент.	8	12
12	Тема 12. Байєсовські мережі. Методи аналізу виживаності.	10	12
Загальна кількість		98	134

8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект передбачено за навчальним планом.

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Основні методи навчання – пояснювально-ілюстративний (лекція), практичний (проведення лабораторних робіт), перевірка знань та умінь (за результатами контрольних робіт, контрольних завдань), робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів, підготовка до контрольних робіт).

Вивчення дисципліни здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних та дистанційних технологій, слайд лекцій. Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій, використовуються на лабораторних роботах, що проводяться у віртуальних комп'ютерних аудиторіях, які обладнані сучасними комп'ютерними засобами.

10. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

Методи контролю – це способи діагностичної діяльності, які дозволяють здійснювати зворотний зв'язок у процесі навчання з метою отримання даних про успішність навчання, ефективність навчального процесу. Вони мають забезпечувати систематичне, повне, точне і оперативне отримання інформації про навчальний процес.

Виділяють наступні **методи контролю**: методи *усного контролю*, методи *письмового контролю*, методи *практичного контролю*, *тести*.

Методи усного контролю – виступ перед аудиторією за означеною проблематикою.

Усне опитування допомагає контролювати не лише знання, а й вербальні вміння, сприяє виправленню мовних помилок. Відтворення студентом раніше вивченого матеріалу сприяє кращому запам'ятовуванню, активному використанню наукових понять, що неможливо без достатнього застосування їх у мові.

Письмовий контроль (аудиторна контрольна робота у вигляді тесту або відповіді на запитання) забезпечує глибоку і всебічну перевірку засвоєння, оскільки вимагає комплексу знань і умінь студента.

Поточний контроль дозволяє отримати достатньо повні дані про студента і рівень його знань, умінь з предмету, і ставлення до навчання, ступінь його пізнавальної активності, свідомості, і вміння мислити, розв'язувати самостійно різноманітні завдання.

Іспит є найбільш активною перевіркою знань за визначений період навчання.

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (Кількісні критерії оцінювання)

Виконувати лабораторні відповідно до розкладу та рекомендацій методичних вказівок. Кожна наступна лабораторна базується на даних та результатах, що отримані в попередній роботі. **Виконання лабораторних (16 годин) робіт пов'язано з тривалістю та розкладом, Загальна тривалість лабораторного практикуму - 16 годин.**

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Лабораторна робота 1	10...15
Лабораторна робота 2	10...15
Лабораторна робота 3	10...15
Лабораторна робота 4	10...15
Всього за семестр	40...60

10.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1) володіти інформацією про методи і алгоритми статистичної обробки результатів спостережень та вимірювань у теорії прогнозування;

2) знати як перевірити гіпотези про параметри розподілів і гіпотези згоди емпіричних розподілів із теоретичними у теорії прогнозування;

3) розбиратися у побудові і аналізі гістограм та інших наочних засобів описової статистики у теорії прогнозування;

4) знати обчислювальні особливості найбільш вживаних методів у теорії прогнозування;

5) володіти основними методами розв'язання задач аналізу та інтерпретації даних, отриманих за допомогою різного роду інформаційно-вимірювальних систем у теорії прогнозування;

6) мати уяву про основні тенденції розвитку теорії та практики аналізу й інтерпретації даних у теорії прогнозування;

7) знати структури функціональних можливостей сучасних пакетів прикладних програм обробки експериментальних даних у теорії прогнозування.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- 1) планувати і здійснювати експерименти для оцінки гіпотез про якість в процесі розробки програмного забезпечення у теорії прогнозування;
- 2) аналізувати дані прогнозування із різних джерел;
- 3) приймати проектні та управлінські рішення, виходячи із повного розуміння методів прогнозування;
- 4) використовувати методи прогнозування при розробці алгоритмів; використовувати стандартну термінологію й позначення;
- 5) грамотно застосовувати пакети прикладних програм для обробки експериментальних даних у теорії прогнозування.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Як форма підсумкового контролю для дисципліни використовується письмовий (комбінований) іспит. При цьому виді контролю підсумкова оцінка R_p обчислюється за формулою: $R_p = 0.6 \cdot O_{сем} + 0.4 \cdot O_{ісп}$, де $O_{сем}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі, $O_{ісп}$ – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, написати поточні контрольні роботи. Вміти визначати: основні закони розподілу ймовірностей, основні параметричні та непараметричні статистичні критерії у теорії прогнозування. Наводити визначення що таке методи у теорії прогнозування.

Добре, C (75-89). Знати основні теми дисципліни. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, написати поточні контрольні роботи. Вміти вирішувати задачі на основні методи у теорії прогнозування.

Відмінно, A, B (90-100). Знати всі теми дисципліни. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, написати поточні контрольні роботи. Орієнтуватися у друкованих підручниках та посібниках. Досконально знати теорію з дисципліни. Вміти оцінювати ефективність різних методів та алгоритмів у теорії прогнозування. Мати навички застосовувати різні алгоритми у теорії прогнозування в різних статистичних пакетах.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на комбінованому іспиті.

Задовільно, D, E (60-74). Висвітлити необхідний мінімум теоретичних знань. Знати методи розв'язання практичної задачі.

Добре, C (75-89). Показати добрі теоретичні знання матеріалу. Розв'язати практичне завдання.

Відмінно, A, B (90-100). Показати бездоганні знання теоретичного матеріалу та додаткового матеріалу. Розв'язати практичне завдання без помилок та вміти обґрунтувати своє рішення.

Білет для письмового (комбінованого) іспиту складається з чотирьох теоретичних запитань. Теоретичні запитання оцінюються за 100-бальною шкалою в 25 балів кожне.

Розподіл балів, які отримують студенти.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
96–100	A	відмінно добре задовільно	зараховано
90–95	B		
75–89	C		
66–74	D		
60–65	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Базова література

- 1) Terence C. Mills. Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting // 2019. – 340 p. <http://repo.darmajaya.ac.id/5635/1/Applied%20Time%20Series%20Analysis%20A%20Practical%20Guide%20to%20Modeling%20and%20Forecasting%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf>
- 2) Chris Chatfield, Haipeng Xing. The Analysis of Time Series: An Introduction with R (Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science) // Chapman and Hall/CRC; 7th edition, 2019. – 414 p. <https://dokumen.pub/the-analysis-of-time-series-an-introduction-with-r-7-ed-1138066133-9781138066137.html>
- 3) Gerardus Blokdyk. Forecasting A Complete Guide – 2020 Edition // 5STARCOoks, 2020. – 308 p. <https://www.everand.com/book/443970174/Forecasting-A-Complete-Guide-2020-Edition>
- 4) Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. Forecasting: principles and practice, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. 2021. – 442 p. <https://freecomputerbooks.com/Forecasting-Principles-and-Practice.html>
- 5) Nicolas Vandepuut. Demand Forecasting Best Practices // Manning, 2023. – 216 p. <https://www.manning.com/books/demand-forecasting-best-practices>
- 6) Mazzucco Stefano and Keilman Nico. *Developments in demographic forecasting* // The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis, 2020, vol. 49), Cham, Springer Nature Switzerland AG, VIII. – 258 p. https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/16753/1/2020_Book_DevelopmentsInDemographicForec.pdf
- 7) Manu Joseph. Modern Time Series Forecasting with Python: Explore industry-ready time series forecasting using modern machine learning and deep learning // Packt Publishing, 2022. – 552 p. <https://www.oreilly.com/library/view/modern-time-series/9781803246802/>
- 8) Devon Powers. On Trend: The Business of Forecasting the Future // University of Illinois Press; First Edition, 2019. – 232 p. <https://ebin.pub/qdownload/on-trend-the-business-of-forecasting-the-future-0252042875-9780252042874.html>
- 9) Hart S. Brown. Future Forecasting: Mitigating Risk and Increasing Profit in a Chaotic World // Independently published, Kindle Edition, 2023. – 298 p. <https://www.goodreads.com/book/show/201656571-future-forecasting>
- 10) Eric Wilson. Predictive Analytics for Business Forecasting & Planning // Graceway Publishing Company, 2021. – 350 p. <https://ibf.org/books/predictive-analytics-for-business-forecasting-and-planning-111/show-pdf>
- 11) Hans Levenbach. Four P's in a Pod: e-Commerce Forecasting and Planning for Supply Chain Practitioners // Independently published, 2021. – 221 p. https://books.google.com.ua/books/about/Four_P_s_in_a_Pod.html?id=St20zgEACAAJ&redir_esc=y
- 12) Johannes Heinemann. Financial Time Series Forecasting using Neural Networks // Independently published, 2021. – 69 p. <https://free.4books.live/showing/books/B09P1VTHWT/financial-time-series-forecasting-using-neural-networks/>

11.2 Допоміжна література

- 1) Найко Д.А., Шевчук О.Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. ВНАУ. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 384 с.
- 2) Яковина В. С., Сенів М. М. Основи теорії надійності програмних систем: навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 300 с.
- 3) Субботін С.О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. / С.О. Субботін. – Житомир: Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

11.3 Інформаційні ресурси

- 1) IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics 28
- 2) Visual Studio 2022
- 3) Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) 3 – версії 3.8.6 або 3.9.6.