

КЛАСИЧНИЙ ПРИВАТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА
КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ ТА СТАТИСТИКИ

СИЛАБУС

навчальної дисципліни
«СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ»

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДОПОМОГА
(включаючи електронну пошту, робочий час / місцезнаходження тощо).

Викладач (-і)	Онішкевич Юлія Валеріївна
Контактний тел.	+38(061)764-67-50 (внутр. 224)
E-mail:	yuliya_2010@i.ua
Сторінка курсу на сайті підтримки навчальних програм КПУ	http://www.zhu.edu.ua/cpu_edu/course/view.php?id=4961
Консультації	<i>Очні консультації:</i> за графіком консультацій викладача, а. 310а, головний корпус КПУ <i>Консультації off-line:</i> шляхом повідомлення на сторінці навчальної дисципліни сайту підтримки навчальних програм КПУ http://www.zhu.edu.ua/cpu_edu/message

АНОТАЦІЯ

Навчальна дисципліна «Статистичне моделювання і прогнозування» є нормативною для здобувачів бакалаврської програми спеціальності 112 Статистика (освітня програма: Комп'ютерна статистика та аналіз даних). Згідно з навчальним планом денної форми навчання вивчення дисципліни заплановано на 6 та 7 семестри (3, 4 курс).

Курс спрямований на засвоєння глибоких методів багатофакторного статистичного аналізу та моделювання складних систем, включаючи вивчення лінійних, нелінійних та динамічних моделей; формування навичок коректного вибору, побудови, оцінювання та валідації статистичних моделей для здійснення достовірного прогнозування в умовах економічних, соціальних та виробничих процесів.

Освітній процес з дисципліни здійснюється за такими формами: навчальні заняття; самостійна робота; контрольні заходи. Видами навчальних занять згідно з навчальним планом є: лекції, лабораторні заняття, а також консультації.

Лекції та лабораторні заняття передбачають: пояснення теоретичного матеріалу викладачем, наведення прикладів розв'язання типових статистичних задач, перевірку домашніх завдань та контрольних робіт, перевірку засвоєння здобувачами теоретичного матеріалу, а також застосування різних статистичних методів та алгоритмів для аналізу та побудови моделей на основі реальних наборів даних.

Самостійна робота здобувачів полягає у засвоєнні вивченого навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять, без участі викладача.

Консультації призначені для роз'яснення здобувачам теоретичних або практичних питань.

Засвоєння навчального матеріалу перевіряється за допомогою поточного контролю, який здійснюється на лабораторних заняттях у формі перевірки виконаних завдань, самостійних робіт.

Підсумкові (семестрові) контролі після завершення 6-го та 7-го семестрів здійснюється у формі заліку та екзамену відповідно.

ФОРМАТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальна кількість годин – 270 год., у т. ч. 112 годин аудиторних занять і 158 години самостійної роботи здобувача. Кількість кредитів ECTS – 9

Всього кредитів	Всього годин	Аудиторних годин	У тому числі		Сам. робота
			Лекц.	Лабор.	
9	270	112	32	80	158

ОЗНАКИ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальний рік	Курс (рік навчання)	Семестр	Загальна/ професійна	Обов'язкова/ вибіркова
2025/2026	3, 4	6, 7	професійна	обов'язкова

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Статистичне моделювання та прогнозування» є формування у здобувачів глибоких теоретичних знань та практичних навичок побудови, оцінки якості та використання багатофакторних статистичних моделей для аналізу складних взаємозв'язків і здійснення короткострокового та довгострокового прогнозування соціально-економічних процесів.

Завдання навчальної дисципліни

1. Ознайомлення із методологічними засадами статистичного моделювання та методологічними принципами багатофакторного прогнозування.
2. Вивчення методів багатофакторного ранжирування та побудови рейтингових оцінок для комплексної характеристики об'єктів.
3. Освоєння теорії та практики лінійної і нелінійної парної регресії для моделювання простих взаємозв'язків.

4. Вивчення класичної множинної регресії, включаючи логіко-статистичні передумови забезпечення її адекватності та методи побудови регресії на змішаних множинах чинників.
5. Освоєння методів побудови та аналізу багатофакторних індексних моделей та моделей стандартизованих групувань для моделювання взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях.
6. Вивчення методів моделювання та прогнозування тенденцій розвитку та повних циклів і процесів оновлення у часових рядах.
7. Ознайомлення з моделями адаптивного прогнозування, інтегрованою моделлю авторегресії, моделлю об'єкто-періодів та рекурентними моделями.
8. Вивчення методологічних принципів багатофакторного прогнозування та методів аналізу багатомірних процесів.
9. Освоєння методів ідентифікації та вимірювання головних компонент для зменшення розмірності даних та синтезу узагальнених показників.

ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення дисципліни здобувачі повинні знати:

- основні етапи та принципи побудови статистичних моделей, включаючи логіко-статистичні передумови забезпечення їхньої адекватності;
- методологічні принципи багатофакторного прогнозування та критерії вибору методів прогнозу;
- правила формування інформаційної бази моделі та використання показників для опису об'єкта;
- принципи оцінювання параметрів лінійної та нелінійної парної регресії;
- теорію класичної множинної регресії та властивості її оцінок;
- методи виявлення та оцінки впливу порушень припущень методу найменших квадратів;
- особливості побудови регресії на змішаних множинах чинників та багатофакторних індексних моделей;
- методи багатофакторного ранжирування та побудови рейтингових оцінок;
- основи моделювання взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях та концепцію моделі стандартизованих групувань;
- теоретичні засади моделі головних компонент та її застосування для зменшення розмірності;
- принципи ідентифікації та вимірювання головних компонент;
- методи моделювання та прогнозування тенденцій розвитку та повних циклів;
- концепції моделей адаптивного прогнозування та інтегрованої моделі авторегресії;
- сутність моделі об'єкто-періодів та рекурентних моделей.

Після вивчення дисципліни здобувачі повинні вміти:

- формувати адекватну інформаційну базу для побудови статистичної моделі;
- використовувати методи багатофакторного ранжирування для побудови інтегральних рейтингових оцінок;
- оцінювати параметри парних та класичних множинних регресійних моделей та перевіряти їхню статистичну значущість;
- проводити діагностику регресійних моделей: виявляти та застосовувати методи корекції при мультиколінеарності та порушеннях гомоскедастичності/автокореляції;

- будувати моделі на основі змішаних множин чинників та багатофакторні індексні моделі;
- застосовувати моделі стандартизованих групувань для аналізу взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях;
- ідентифікувати та моделювати тенденції розвитку та циклічні компоненти у часових рядах;
- будувати моделі адаптивного прогнозування та інтегровані моделі авторегресії;
- застосовувати рекурентні моделі та моделі об'єкто-періодів для аналізу динамічних систем;
- застосовувати модель головних компонент для зменшення розмірності та синтезу узагальнених факторів;
- ідентифікувати та вимірювати головні компоненти, інтерпретуючи їхній економічний зміст.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 112 Статистика, освітня програма Комп'ютерна статистика та аналіз даних вивчення дисципліни «Статистичне моделювання і прогнозування» сприяє формуванню **компетентностей та програмних результатів навчання:**

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані математичні та статистичні задачі, що характеризується комплексністю і невизначеністю умов і передбачає застосування теоретико-ймовірнісних і статистичних методів, комп'ютерних технологій.

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК 6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності:

СК 1. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях математичного аналізу, лінійної алгебри, геометрії, логіки, теорії функцій, диференціальних рівнянь.

СК 2. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів.

СК 3. Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків.

СК 4. Здатність до математичного формулювання задач та вибору методів їх розв'язання.

СК 12. Здатність застосовувати ймовірнісно-статистичні методи в міждисциплінарному контексті.

СК 14. Здатність до аналізу основ і властивостей статистичних алгоритмів та розуміння переваг і обмежень тих чи інших підходів, у тому числі до оцінки їх обґрунтованості й ефективності.

СК 15. Здатність до здійснення статистичних спостережень за економічними явищами і процесами та проводити розрахунки показників економічної статистики.

СК 16. Здатність досліджувати тенденції розвитку економіки за допомогою інструментарію статистичного аналізу, оцінювати сучасні економічні явища.

Програмні результати навчання:

РН 6. Володіти знаннями та вміннями з ймовірнісних і статистичних розділів математики: побудова ймовірнісних просторів, обчислення ймовірностей подій та

характеристик випадкових величин і векторів, граничні теореми, характеристики випадкових процесів, оцінювання характеристик сукупностей на основі спостережень, формулювання та перевірка статистичних гіпотез.

РН 7. Вміти будувати математичні моделі стохастичних експериментів, працювати зі стандартними ймовірнісними розподілами: нормальним, рівномірним, експоненціальним, біноміальним, пуассоновим, геометричним тощо.

РН 11. Вміти аналізувати та прогнозувати лінійні статистичні моделі та моделі регресії, оцінювати їхні параметри

РН 13. Вміти моделювати реалізації випадкових величин і процесів та використовувати результати моделювання для верифікації й аналізування ефективності статистичних процедур.

РН 15. Володіти математичними та статистичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів математичних моделей, статистичними методами інтерпретації та обробки числових даних.

РН 17. Знати методи моделювання природничих та/або соціальних процесів.

РН 18. Вміти застосовувати ймовірнісно-статистичні моделі та методи для розв'язання прикладних проблем і задач.

ПЛАН КУРСУ

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Лабор.	Завдання для самостійної роботи
6 семестр			
Змістовий модуль № 1. Методологічні основи статистичного моделювання і прогнозування			
Тема № 1. Методологічні засади статистичного моделювання	2	2	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Дослідження концепції робастних моделей та їх переваг у роботі з даними, що містять викиди.. 2) Етапів життєвого циклу статистичної моделі. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 2. Методологічні принципи багатофакторного прогнозування	2	2	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Якісні методи прогнозування та їх інтеграція з кількісними моделями. 2) Ієрархічне прогнозування. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 3. Формування інформаційної бази моделі і опис об'єкта моделювання	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Методів статистичного очищення даних. 2) Використання індикаторів та лагових змінних для відображення динаміки та структурних змін в об'єкті моделювання.. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 4. Багатофакторне ранжирування, рейтингові оцінки	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Адитивні та мультиплікативні моделі побудови рейтингових оцінок.

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Лабор.	Завдання для самостійної роботи
			2) Методи зважування факторів ранжирування. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Змістовий модуль № 2. Моделювання взаємозв'язків економічних процесів			
Тема № 5. Лінійна та нелінійна парна регресія	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Дослідження застосування узагальненого методу найменших квадратів при відомій формі гетероскедастичності. 2) Використання трансформації Бокса-Кокса для лінеаризації залежностей. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 6. Класична множинна регресія. Логіко-статистичні передумови забезпечення адекватності регресійних моделей	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Методи регуляризації в регресії. 2) Аналіз використання фіктивних змінних для перевірки структурних змін у моделі. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 7. Регресія на змішаних множинах чинників	1	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Застосування моделей перемикавання режимів для аналізу даних зі структурними розривами. 2) Специфіки моделей з взаємодією змінних та їхня інтерпретація. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 8. Багатофакторні індексні моделі	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Теорія ланцюгових індексів. 2) Ласпейрівський та паашевський індекси та їх вплив на результати моделювання. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 9. Моделювання взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях і модель стандартизованих групувань	1	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Використання ANOVA у багатофакторних комбінаційних групуваннях. 2) Модель логіт-регресії для моделювання якісних залежних змінних у групуваннях. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Разом за 6	16	40	

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Лабор.	Завдання для самостійної роботи
семестр:			
7 семестр			
Змістовий модуль № 3. Моделювання часових процесів			
Тема № 10. Моделювання і прогнозування тенденцій розвитку	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Використання фільтра Ходріка-Прескотта для виділення тренду та циклічної компоненти часового ряду. 2) Тест Дікі-Фуллера для перевірки стаціонарності ряду. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 11. Моделювання повних циклів і процесів оновлення	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Застосування спектрального аналізу для виявлення прихованої періодичності у часових рядах. 2) Моделі виживання та їх застосуванням для прогнозування процесів оновлення. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 12. Моделі адаптивного прогнозування та інтегрована модель авторегресії	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Алгоритм Бокса-Дженкінса для ідентифікації, оцінки та діагностики моделей ARIMA. 2) Використання інтегрованих моделей з екзогенними чинниками. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 13. Модель об'єкто-періодів	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Методи прогнозування на основі перехресних лагів. 2) Аналіз проблем неспостережуваної гетерогенності у моделях об'єкто-періодів та шляхи її вирішення.. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 14. Рекурентні моделі	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Моделі векторної авторегресії для аналізу взаємозв'язку між декількома часовими рядами. 2) Критерій причинності Грейнджера. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Змістовий модуль № 4. Моделювання і прогнозування багатомірних процесів			
Тема № 15. Методологічні принципи багатофакторного прогнозування	2	4	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Непараметричні методи прогнозування у багатовимірному просторі.. 2) Техніки зменшення розмірності.

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Лабор.	Завдання для самостійної роботи
			3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 16. Модель головних компонент	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Методи вибору оптимальної кількості головних компонент. 2) Інтерпретація головних компонент у прикладних економічних дослідженнях. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Тема № 17. Ідентифікація та вимірювання головних компонент.	2	6	1. Опрацювання лекційного матеріалу. 2. Самостійне опрацювання теоретичних питань: 1) Застосування канонічного кореляційного аналізу для вимірювання зв'язку між двома наборами багатовимірних змінних. 2) Використання методів обертання факторів для покращення інтерпретації компонент. 3. Підготовка до лабораторного заняття, опрацювання першоджерел та навчальної літератури; виконання індивідуального завдання.
Разом за 7 семестр	16	40	
Всього	32	80	

ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Статистичне моделювання і прогнозування» використовуються наступні види контролю:

1. Поточний контроль – здійснюється протягом семестру шляхом перевірки виконання завдань лабораторних робіт, виконання індивідуальних завдань тощо. За змістом він включає перевірку ступеню засвоєння здобувачем навчального матеріалу, який охоплюється темою лекційного, уміння самостійно опрацьовувати навчально-методичну літературу, здатність осмислювати зміст теми, уміння здійснювати інтерпретацію отриманих результатів.

2. Підсумковий семестровий контроль – здійснюється у формі заліку у 6-му семестрі та у формі екзамену у 7-му семестрі відповідно до графіка освітнього процесу.

Для оцінювання здобувачів використовується система накопичування балів. Згідно з «Положенням про організацію освітнього процесу в КПУ» підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою з наступним переведенням у національну шкалу та шкалу ECTS.

Бали нараховуються за виконання завдань лабораторних робіт, індивідуальних завдань.

Результати поточного контролю здобувачів вищої освіти є складовими елементами підсумкової оцінки з дисципліни.

Оцінка рівня роботи здобувача протягом семестру під час навчальних занять та самостійної роботи здійснюється у межах 100 балів. Вага екзамену у підсумковій оцінці складає 40 балів.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО (СЕМЕСТРОВОГО) ОЦІНЮВАННЯ

6 семестр

Контрольний захід	Бали
Модуль №1	40
Індивідуальні завдання	30
Поточний контроль	10
Модуль №2	60
Індивідуальні завдання	50
Поточний контроль	10
Разом	100

7 семестр

Контрольний захід	Бали
Модуль №3	30
Індивідуальні завдання	20
Поточний контроль	10
Модуль №4	30
Індивідуальні завдання	20
Поточний контроль	10
Екзамен	40
Разом	100

Для оцінювання результатів навчання здобувачів з навчальної дисципліни «Статистичне моделювання і прогнозування» використовуються наступні критерії:

– рівню «відмінно» відповідає повністю виконане завдання (побудова, діагностика та прогнозування на основі складної статистичної моделі), при якому здобувач показав всебічне системне знання теорії та методів моделювання; здатність самостійно обирати та застосовувати адекватні моделі, проводити якісний аналіз порушень припущень та аргументовано пояснювати прикладне значення прогнозів;

– рівню «добре» відповідає успішне виконання запропонованого завдання (коректна побудова моделі та розрахунки) і ґрунтовне засвоєння теоретичного матеріалу. Здобувач демонструє знання алгоритмів, але може допустити незначні неточності в діагностиці моделі або показати недостатньо глибоку змістовну інтерпретацію статистичних висновків;

– рівню «задовільно» відповідає часткове виконання завдання і засвоєння матеріалу. Здобувач показав достатній рівень знань основних методів, але не зміг переконливо аргументувати вибір моделі, припустився суттєвих помилок в діагностиці моделі або показав недостатні знання припущень, на яких ґрунтується застосований метод;

– рівню «незадовільно» відповідає відсутність виконання запропонованого завдання; здобувач показав незадовільні знання понятійного апарату і літератури чи взагалі нічого не відповів та не розуміє принципів статистичного моделювання та прогнозування.

Шкала оцінювання: 100-бальна, національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	задовільно
60-66	E	

35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Благун І.С., Кічор В.П., Селюченко Н.Є. Економічне прогнозування: теоретичні та прикладні аспекти: підручник за ред. В.П. Кічора. Львів: Растр-7, 2020. – 290 с.
2. Благун І.С., Кічор В.П., Скворцов Д.І. Статистичний аналіз і моделювання соціально-економічних об'єктів та процесів. Львів: Растр-7, 2022. – 400 с.
3. Голубова Г.В. Опорний конспект лекцій з навчальної дисципліни «Статистичне моделювання та прогнозування» для студентів освітньо-професійної програми «Прикладна статистика та бізнес аналітика» денної форми навчання. К.: НАСОНА. 2022. – 113с.
4. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
5. Касьяненко В.О., Старченко Л.В. Моделювання та прогнозування економічних процесів. Київ: Унів. кн., 2023. – 185 с.
6. Кічор В.П. Економіко-статистичне моделювання: навч. посіб. Львів: Растр-7, 2017. – 350 с.
7. Основи статистичного моделювання: навч. посіб. за загальною редакцією С.В. Чугаєвської, Н.В. Ковтун. Житомир: Видавництво ПП «Рута», 2022. – 604 с.
8. Шпигельхальтер Д. Мистецтво статистики. Прийняття аргументованих рішень на основі даних. Київ: КМ-БУКС, 2023. – 384 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

1. <http://www.nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
2. https://prometheus.org.ua/course/course-v1:IRF+Stat101+2016_T3 – Prometheus: Аналіз даних та статистичне виведення на мові R