

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Географічний факультет  
(назва інституту / факультету)

Кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії  
(назва кафедри)



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Декаан географічного факультету  
Миро́слав ЗАЯ́ЧУК  
\_\_\_\_\_ 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**Наука даних з основами R**  
(назва навчальної дисципліни)

**обов'язкова**  
(вказати: обов'язкова / вибіркова )

**Освітньо-професійна програма Геосистеми та георизики**  
(назва програми)

**Спеціальність 103 - Науки про Землю**  
(вказати: код, назва)

**Галузь знань 10 - Природничі науки**  
(вказати: шифр, назва)

**Рівень вищої освіти перший, бакалаврський**  
(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

**Географічний факультет**  
(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання українська**  
(вказати: на якій мові читається дисципліна)

**Чернівці 2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни Наука даних з основами R  
(назва навчальної дисципліни)  
складена відповідно до освітньо-професійної програми Геосистеми та георизики.

Розробники: Холявчук Д.І., доцент, к. геогр.н.,  
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладач (чі), що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:  
Холявчук Дарія Іванівна  
(П.І.Б. викладача (ів), посада, науковий ступінь, вчене звання)

Гарант ОПП

  
Сергій КИРИЛЮК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

і затверджено на засіданні кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Протокол № 1 від "26" серпня 2025 року

Завідувач кафедри  проф. Богдан РІДУШ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою інституту / факультету

Протокол №1 від "28" серпня 2025 року

Голова методичної ради географічного факультету  Наталія АНДРУСЯК  
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Холявчук, 2025 рік

### **Мета навчальної дисципліни.**

Метою навчальної дисципліни «Наука даних з основами R» є формування у студентів знань, умінь та навичок застосування сучасних методів науки даних для аналізу географічної інформації та оцінки георизиків. Курс спрямований на оволодіння основами програмування мовою R, використання статистичних методів і візуалізації даних для вирішення прикладних завдань наук про Землю.

### **Пререквізити**

Обов'язковим є попереднє вивчення курсів «ГІС та математичні методи обробки інформації», «Загальне землезнавство», «Геологія загальна та історична», «Метеорологія», «Загальна гідрологія з основами океанології», «Геоморфологія», «Ландшафтознавство».

### **Результати навчання**

**Загальні компетентності відповідно до ОП «ГЕОСИСТЕМИ ТА ГЕОРИЗИКИ»:** **K03.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. **K07.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. **K10.** Навички забезпечення безпеки життєдіяльності.

**Спеціальні (фахові) компетентності відповідно до ОП «ГЕОСИСТЕМИ ТА ГЕОРИЗИКИ»:** **K14.** Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер. **K16.** Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер. **K23.** Здатність самостійно створювати, редагувати й аналізувати проекти ГІС і тематичні фізико-географічні карти щодо виявлення потенційних природних небезпек.

**ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОП «ГЕОСИСТЕМИ ТА ГЕОРИЗИКИ»:**

**ПР04.** Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю.

**ПР07.** Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

**ПР08.** Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

**ПР09.** Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.

**ПР10.** Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.

**ПР15.** Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

**ПР16.** Вміти створювати, редагувати карти і проекти ГІС.

### **Загальна інформація**

## Опис навчальної дисципліни

Назва навчальної дисципліни <u>Наука даних з основами R</u>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекцій	практичних	семінарських	лабораторних	самостійної роботи		індивідуальних завдань
Денна	4	8	3	90	3	16	14			60		екзамен

### Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Вступ до науки даних і основи R</b>					
Тема 1. Вступ до науки даних: поняття, завдання, інструменти.	6	2				4
Тема 2. Основи роботи в середовищі R (інтерфейс, базові команди)	10	2		2		6
Тема 3. Типи даних, структури та операції в R	10	2				6
Тема 4. Імпорт та попередня обробка даних	8			2		6
<b>Разом за ЗМ1</b>	<b>32</b>	<b>6</b>		<b>4</b>		<b>22</b>
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 2. Статистичні методи в R</b>					

Тема 1. Описова статистика та візуалізація даних	10	2				8
Тема 2. Регресійний аналіз та кореляції	10	2		2		6
Тема 3. Аналіз часових рядів	10	2		2		6
<b>Разом за ЗМ2</b>	30	6		4		20
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 3. Географічні дані та просторовий аналіз в R</b>					
Тема 1. Робота з просторовими даними (shapefiles, raster)	9	1		2		6
Тема 2. Візуалізація географічної інформації у R (карти, графіки)	9	1		2		6
Тема 3. Прикладні завдання: моделювання та прогнозування георизиків	10	2		2		6
<b>Разом за ЗМ3</b>	28	4		6		18
<b>УСЬОГО</b>	90	16		14		60

### Тематика та питання лекційних занять

№	Назва теми (питання/завдання)
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до науки даних і основи R</b>	
1.	<b>Тема 1. Вступ до науки даних</b> 1. Поняття науки даних, її місце у сучасних науках про Землю. 2. Джерела даних у науках про Землю. 3. Основні етапи роботи з даними: збір, обробка, аналіз, візуалізація, інтерпретація.
2.	<b>Тема 2. Основи роботи в середовищі R</b> 1. Інтерфейс середовища R та RStudio. 2. Створення та виконання скриптів. 3. Використання базових функцій і операторів
3.	<b>Тема 3. Типи даних і структури у R</b> 1. Основні типи даних: числові, текстові, логічні. 2. Структури даних: вектори, матриці, data frame, списки. 3. Основні операції над структурами.
<b>Змістовий модуль 2. Картографування та геостатистичний аналіз в ArcGIS</b>	
4.	<b>Тема 1. Описова статистика та візуалізація даних</b> 1. Статистичні показники: середнє, медіана, дисперсія, стандартне відхилення. 2. Графічні методи: гістограми, діаграми розсіювання, boxplot. 3. Використання пакетів <i>ggplot2</i> та <i>dplyr</i> .
5.	<b>Тема 2. Регресійний аналіз та кореляції</b> 1. Лінійна регресія та її застосування. 2. Кореляційний аналіз. 3. Приклади застосування у природничих дослідженнях
6.	<b>Тема 3. Аналіз часових рядів</b> 1. Основні методи аналізу часових рядів. 2. Сезонність, тренди, шум. 3. Приклади застосування в кліматичних та гідрологічних дослідженнях.

<b>Змістовий модуль 3. Моделювання георизиків в ArcGIS</b>	
7.	<b>Тема 8. Географічні дані та просторовий аналіз у R</b> 1. Просторові формати даних (shapefile, raster). 2. Методи просторового аналізу.
8.	<b>Тема 9. Візуалізація картографічної інформації у R</b> 1. Створення карт 2. Налаштування картографічного зображення

### Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми (питання/завдання)
1.	Ознайомлення з середовищем R та базовими операціями <i>Встановлення та налаштування середовища R та RStudio;</i> <i>Виконання базових операцій з числами, рядками та логічними змінними;</i> <i>Створення та робота з векторами, матрицями, списками, data frame.</i>
2.	Імпорт та попередня обробка даних <i>Імпорт даних з різних джерел (CSV, Excel, shapefile, GeoJSON)</i> <i>Перевірка та виправлення пропусків у даних</i> <i>Перетворення типів змінних, створення нових змінних</i> <i>Підготовка набору даних для подальшого аналізу.</i>
3.	Описова статистика та візуалізація даних <i>Розрахунок середнього, медіани, дисперсії, стандартного відхилення;</i> <i>Побудова гістограм, діаграм розсіювання та boxplot;</i> <i>Використання пакета ggplot2 для створення графіків;</i> <i>Інтерпретація результатів.</i>
4.	Робота з просторовими даними у R <i>Завантаження просторових даних</i> <i>Візуалізація картографічних шарів</i> <i>Просторове приєднання та обрізка даних</i> <i>Аналіз просторового розподілу георизиків.</i>
5.	Геостатистичний аналіз <i>Розрахунок автокореляції (Moran's I, variogram)</i> <i>Просторове інтерполювання (IDW, Kriging)</i> <i>Оцінка похибок інтерполяції</i>
6.	Основи машинного навчання у R <i>Поділ даних на тренувальні та тестові вибірки;</i> <i>Побудова простої регресійної та класифікаційної моделей;</i> <i>Оцінка точності моделей (RMSE, Accuracy, Confusion Matrix)</i> <i>застосування моделей для аналізу ризиків (наприклад, зсуви чи повені).</i>
7.	Порівняння методів аналізу даних у R <i>Виконати обробку одного набору даних кількома методами (описова статистика, візуалізація, проста модель)</i> <i>Порівняти результати між методами</i> <i>Зробити висновки про доцільність використання різних підходів у задачах геосистем та георизиків.</i>

### Самостійна робота студента

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	Кількість годин
---	------------	---------------------------------	-----------------

1	Поняття науки даних у сучасних науках про Землю	<p>Опрацювати 2–3 наукові статті про застосування науки даних у географії та геології;  Підготувати стислий огляд (1–2 стор.) основних визначень;  Проаналізувати відмінності між «data science» та традиційними статистичними методами.</p> <p>Усне опитування  Контрольна робота</p>	4
2	Історія та розвиток мови програмування R	<p>Дослідити історичний контекст виникнення R та його зв'язок зі статистикою;  Описати ключові етапи розвитку R за останні 10–15 років;  Проаналізувати, чому R поширений у науках про Землю.</p> <p>Усне опитування  Контрольна робота</p>	6
3	Джерела геопросторових даних	<p>Зібрати інформацію про основні відкриті бази геоданих (Copernicus, USGS, OpenStreetMap тощо);  Охарактеризувати типи даних, що вони надають</p> <p>Практична робота  Контрольна робота</p>	6
4	Методи попередньої обробки даних у науці	<p>Зібрати приклади наукових публікацій, де описано очищення та стандартизацію даних;  Узагальнити основні методи боротьби з пропусками та шумом у даних;  Оцінити важливість цих методів у дослідженнях геосистем.</p> <p>Практична робота  Контрольна робота</p>	6
5	Візуалізація даних як інструмент наукового пізнання	<p>Знайти приклади наукових графіків і карт у публікаціях з наук про Землю;  Описати, які типи візуалізацій найчастіше застосовуються;  Підготувати аналітичну таблицю «тип даних – метод візуалізації».</p> <p>Обговорення у групі</p>	8
6	Просторові дані та їх особливості	<p>Дослідити літературу про специфіку просторових даних (точкові, лінійні, полігональні);  Сформулювати приклади застосування просторових даних у вивченні ризиків.</p> <p>Обговорення у групі  Контрольна робота</p>	6
7	Геостатистичні методи у науках про Землю	<p>Вивчити приклади застосування геостатистики у прогнозуванні ризиків;  Описати методи інтерполяції та їхні переваги/недоліки;  Зробити огляд однієї реальної наукової статті з</p>	6

		цієї тематики. Усне опитування	
8	Моделювання геосистем: теоретичні основи	Проаналзувати визначення поняття «модель» у науках про Землю та геоекології; Описати класифікацію моделей (статистичні, детерміністичні, імітаційні); навести приклади моделей, застосованих для прогнозу природних процесів. Контрольна робота	6
9	Машинне навчання у прогнозуванні георизиків знайти 2–3 наукові	Проаналізувати статті про застосування ML у прогнозах природних катастроф; Описати, які алгоритми використовуються найчастіше; Сформулювати їхні сильні та слабкі сторони. Контрольна робота	6
10	Приклади аналізу георизиків у міжнародних дослідженнях	Знайти приклади міжнародних звітів (IPCC, UNDRR, Copernicus); Описати один приклад аналізу ризиків (повені, зсуви, землетруси); Узагальнити, які дані використовувалися та які висновки зроблено Усне опитування Контрольна робота	6

### Методи навчання

- Пояснювально-ілюстративні (лекції з використанням презентацій, демонстрація прикладів у R)
- Проблемно-пошукові (розв’язання задач та кейсів з науки про Землю із застосуванням R)
- Інтерактивні (обговорення результатів виконаних завдань, робота в малих групах)

### Система контролю та оцінювання

#### Методи контролю

усне опитування під час занять;  
тестування (онлайн/офлайн) з теоретичних і практичних питань курсу;  
перевірка практичних робіт;  
оцінювання проміжних практичних завдань та самостійної роботи (скриптів та результатів аналізу даних у R);  
підсумковий контроль у формі письмового іспиту з теоретичними питаннями та практичними завданнями.

#### Форми контролю

Поточний контроль – виконання практичних завдань, активність на заняттях, усне опитування завдань із самостійної роботи;

Модульний контроль – тестування з питаннями змішаного типу;

Підсумковий контроль – усний екзамен, що включає теоретичний блок (питання) та практичний блок (робота у середовищі R).

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою, де враховуються результати поточного, модульного та підсумкового контролю.

За виконання практичних завдань здобувач може отримати максимум 30 балів, з них 5 балів відведено на перевірку самостійної роботи, за модульні контрольні – 30 балів, з них 5 балів відведено на перевірку самостійної роботи. Відповідно за виконання самостійної роботи здобувач може отримати максимум 10 балів. За перший змістовий модуль здобувач може отримати максимально 24 балів, за другий – 18 балів, за третій – 18 балів.

Підсумковий контроль (екзамен) – 40 балів.

### Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)										Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			40	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T1	T2	T3		
6	6	7	5	5	7	6	6	7	5	40	100

#### Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS		Критерії оцінок
		Оцінка	Пояснення	
90-100	<b>Відмінно</b>	<b>A</b>	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)	Студент володіє матеріалом у повному обсязі, здатний самостійно розв'язувати складні завдання, правильно інтерпретує результати, демонструє глибоке розуміння методів аналізу даних у R.
80-89	<b>Добре</b>	<b>B</b>	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)	студент орієнтується в основних положеннях, виконує практичні завдання з незначними помилками, здатний застосовувати вивчені методи до стандартних задач

70–79		<b>C</b>	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)	Все вище вказане виконує не повною мірою, однак знає теорію й практику, виконує завдання викладача. При відповідях на запитання інколи вагається, але знаходить правильні рішення. При повторенні матеріалу відразу працює якісніше. Виконав всі лабораторні роботи.
60–69	<b>Задовільно</b>	<b>D</b>	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)	студент відтворює теоретичний матеріал частково, допускає помилки у виконанні практичних завдань, має труднощі з інтерпретацією результатів.
50–59		<b>E</b>	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)	все вище вказане виконує не повною мірою, однак виконав більшу частину лабораторних робіт. Має уявлення про . На половину запитань викладача відповідає.
35–49	<b>Незадовільно</b>	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)	студент не засвоїв основний матеріал, не здатний виконувати завдання у R, демонструє фрагментарні знання та відсутність практичних навичок.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
<b>Відмінно</b>	A (90-100)	відмінно
<b>Добре</b>	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
<b>Задовільно</b>	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
<b>Незадовільно</b>	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

### Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень здобувачів освіти

1. Що таке наука даних і які її основні завдання?
2. Які етапи включає робота з даними?
3. Джерела даних у географії та науках про Землю.
4. Основні інструменти науки даних.

5. Що таке R та які його переваги для аналізу даних?
6. Які можливості надає RStudio?
7. Як створюється та виконується скрипт у R?
8. Основні арифметичні оператори в R.
9. Які типи даних підтримує R?
10. Що таке вектори у R?
11. Як створити та опрацювати матрицю у R?
12. Що таке data frame і де він застосовується?
13. Особливості роботи зі списками у R.
14. Як перевірити тип та структуру даних у R?
15. Які функції використовуються для імпорту даних (CSV, Excel, txt)?
16. Як опрацьовуються відсутні значення у R?
17. Методи очищення даних у R.
18. Які пакети використовуються для обробки табличних даних у R?
19. Функції для злиття та об'єднання таблиць у R.
20. Як здійснити сортування та фільтрацію даних у R?
21. Які основні показники описової статистики?
22. Як обчислити середнє та медіану у R?
23. Які функції дозволяють розрахувати дисперсію та стандартне відхилення?
24. Як побудувати гістограму у R?
25. Приклад застосування діаграми розсіювання у географічних дослідженнях.
26. Що таке boxplot і для чого він використовується?
27. Основні можливості пакету ggplot2.
28. Які елементи включає синтаксис ggplot2?
29. Як додати до графіка легенду та підписи осей у ggplot2?
30. Приклади комбінованих графіків у ggplot2.
31. Що таке регресійний аналіз?
32. Приклад застосування лінійної регресії у кліматології.
33. Які функції використовуються для побудови регресії у R?
34. Що таке коефіцієнт кореляції та як його інтерпретувати?
35. Методи перевірки значущості регресійних моделей.
36. Що таке часовий ряд?
37. Як здійснити візуалізацію часових рядів у R?
38. Які компоненти включає часовий ряд?
39. Приклади аналізу сезонності у кліматичних даних.
40. Методи прогнозування часових рядів у R.
41. Які формати просторових даних використовуються у R?
42. Що таке shapefile та для чого він потрібен?
43. Як імпортувати растрові дані у R?
44. Основні функції пакету sf.
45. Можливості пакету raster.

46. Методи відображення просторових даних на карті у R.
47. Приклад тематичної карти у R.
48. Як об'єднати статистичні та просторові дані?
49. Методи просторового аналізу у R.
50. Приклади застосування просторового аналізу у географії.
51. Що таке георизики і як їх можна моделювати у R?
52. Які методи застосовуються для прогнозування георизиків?
53. Приклад моделювання повеневих ризиків у R.
54. Як працювати з кліматичними даними у R?
55. Приклади аналізу соціально-економічних даних у R.
56. Які джерела відкритих географічних даних ви знаєте?
57. Як перевірити якість даних перед аналізом?
58. Які переваги інтеграції науки даних у географію?
59. Які навички повинен мати сучасний фахівець з науки даних у науках про Землю?
60. Як презентувати результати аналізу даних для наукових і прикладних цілей?

### **Визнання результатів здобутих шляхом неформальної освіти:**

Відповідно до «Порядок визнання у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти (протокол №16 від 25 листопада 2024 року)» (<https://www.chnu.edu.ua/media/4g5fzssb/poriadok-vyznannia-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-ta-abo-informalnoi-osvity.pdf>) допускається зарахування навчальних елементів, а також отримання додаткових балів за результатами неформальної освіти:

– проходження безкоштовних навчальних тренінгів (вебінарів, семінарів), що проводяться на платформі Coursera та інших фахових платформах. Рекомендовані для проходження тренінги та курси запропоновані нижче у підрозділі «Інформаційні ресурси».

Результати зараховуються для відповідних тем лекційних і семінарських занять, практичних і лабораторних завдань даної навчальної дисципліни у кількості балів, що виділяються на цей навчальний елемент.

### **Рекомендована література**

#### **Базова (основна)**

1. Боровий, В. М., Черваньов, І. Г. (2021). *Методи обробки та аналізу просторових даних у R*. Київ: Либідь.
2. Кальченко, В. В., Мурашківська, В.П., Ткач, Ю.М. (2017). *Математичні обчислення засобами пакету R - програмування. Навчально-методичний посібник для студентів всіх спеціальностей*. ЧНТУ.

3. Кофанов, О. Є., Солнцев, С. О., Зозульов, О. В. (2023). *Програмування із використанням R у статистичних та маркетингових дослідженнях*: навч. посіб. для студентів спеціальності 075 «Маркетинг». КПІ ім. Ігоря Сікорського.
4. Кравців, В. С., Гнатюк, О. М. (2020). *Просторовий аналіз у геоінформаційних системах*. Львів: Інститут регіональних досліджень НАН України.
5. Майборода Р.Є., Сугакова О.В. (2015). *Аналіз даних за допомогою пакета R: Навчальний посібник*. Київський національний університет імені Т. Шевченка
6. Семенова І.Г. (2023). *Супутниковий моніторинг в метеорології та агрометеорології*. ОДЕКУ
7. Bartlett, D., & Singh, R. (Eds.). (2018). *Exploring natural hazards: a case study approach*. CRC Press.
8. Brunson, C., Comber, A. (2020). *An Introduction to R for Spatial Analysis and Mapping*. 2nd Edition. Sage.
9. Conley, J. (2022). *A Geographer's Guide to Computing Fundamentals*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-08498-0>
10. Gerbing, D. W. (2023). *Manage Data*. In *R Data Analysis without Programming*. <https://doi.org/10.4324/9781003278412-3>
11. James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. 2nd Edition. Springer.
12. Kabacoff, R. (2022). *R in Action: Data Analysis and Graphics with R*. 3rd Edition. Manning Publications.
13. Leland, W., Torgo, L. (2019). *Data Mining with R: Learning with Case Studies*. 2nd Edition. Chapman & Hall/CRC.
14. Lovelace, R., Nowosad, J., Muenchow, J. (2019). *Geocomputation with R*. Chapman & Hall/CRC.
15. Madhukar, M., & Pooja (2018). Earth science [Big] data analytics. In *Big Data for Remote Sensing: Visualization, Analysis and Interpretation: Digital Earth and Smart Earth*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-89923-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-89923-7_4)
16. Moraga, P. (2023). *Spatial statistics for data science: theory and practice with R*. Chapman and Hall/CRC.
17. Paluszyński, W., Kokoszka, P. (2020). *Applied Spatial Statistics and Econometrics with R*. Springer.
18. Wickham, H., Golemund, G. (2017). *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*. O'Reilly Media.

#### **Допоміжна**

1. Chang, W. (2018) *R graphics cookbook: practical recipes for visualizing data*, 2nd edn. O'Reilly Media, Inc.
2. Czernecki, B., Głogowski, A., Nowosad, J (2020). *Climate: an R package to access free in-situ meteorological and hydrological datasets for*

- environmental assessment. *Sustain For* 12(394).  
<https://doi.org/10.3390/su12010394>
3. Hijmans, R. (2023). *Terra: spatial data analysis*. R Package Version 1(7–1):8
  4. Kabacoff, R. (2024). *Modern data visualization with R*. Chapman and Hall/CRC.
  5. Kassambara, A. (2023). *ggpubr: “ggplot2” based publication ready plots*. R package version 0.6.0
  6. Mahoney, M. (2024). *Rsi: efficiently retrieve and process satellite imagery*. Zenodo.
  7. Massicotte, P., South, A., Hufkens, K., & Philippe, M. (2023). Package *rnaturalearth*. *World Map Data from Natural Earth*.
  8. Pawlik, Ł. (2025). Climate Time Series. In: *R Applications in Earth Sciences. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6_5)
  9. Pawlik, Ł. (2025). Geomorphic Data and Geomorphometry Analyses. In: *R Applications in Earth Sciences*. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6_6)
  10. Pawlik, Ł. (2025). Global Tectonics and Earthquake Dynamics: From Data to Visualization. In: *R Applications in Earth Sciences*. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6_8)
  11. Pawlik, Ł. (2025). R for Data Science: Functionality and Basic Concepts. In: *R Applications in Earth Sciences. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-89673-6_2)
  12. Rodriguez JC (2023) *chatgpt: Interface to ChatGPT from R*. R package version 0.2.3. <https://CRAN.R-project.org/package=chatgpt>
  13. Wickham, H. (2016). Data analysis. In *ggplot2: elegant graphics for data analysis* (pp. 189-201). Cham: Springer international publishing.

### Інформаційні ресурси

1. **CRAN – Comprehensive R Archive Network**: офіційне сховище R-пакетів – <https://cran.r-project.org>
2. **RStudio (Posit)**: середовище для роботи з R, навчальні матеріали – <https://posit.co>
3. **R for Data Science (Hadley Wickham & Garrett Grolemund)** – <https://r4ds.had.co.nz>
4. **The R Graph Gallery**: приклади візуалізацій у R – <https://r-graph-gallery.com>
5. **Geocomputation with R** (Lovelace et al.) – <https://geocompr.robinlovelace.net>

6. **Spatial Data Science with R**: навчальні матеріали – <https://rspatial.org>
7. **Coursera – Data Science with R Specializations** – <https://www.coursera.org>
8. **Kaggle Datasets**: відкриті дані для аналізу та моделювання – <https://www.kaggle.com/datasets>
9. **WorldClim**: кліматичні дані високої роздільності – <https://www.worldclim.org>
10. **Copernicus Open Access Hub**: супутникові дані Sentinel – <https://scihub.copernicus.eu>
11. **NASA Earth Data** – <https://earthdata.nasa.gov>
12. **FAO GeoNetwork**: просторові дані з питань довкілля та сталого розвитку – <https://data.apps.fao.org>
13. Курс в Youtube. **Основи R для природничих наук.** [https://youtube.com/playlist?list=PL0bAUz-mB3mkZCQwy14j9\\_7S60qW7SfAS&si=Gb9jgMhMp\\_Hj8Czg](https://youtube.com/playlist?list=PL0bAUz-mB3mkZCQwy14j9_7S60qW7SfAS&si=Gb9jgMhMp_Hj8Czg)

### **Політика академічної доброчесності**

Дотримання академічної доброчесності в Чернівецькому національному університеті імені Ю. Федьковича регламентується такими нормативними документами:

1. Правила академічної доброчесності (від 28 листопада 2016, протокол № 12)
2. Етичний кодекс (від 29 травня 2023, протокол № 5)
3. Положення про виявлення та запобігання академічному плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (від 02 вересня 2024, протокол № 12)

<b>Політика щодо термінів виконання робіт та перескладання</b>	Роботи, які здані пізніше встановлених поточних термінів виконання робіт без поважних причин, не оцінюються. Перескладання рубіжних контролів (модулів) відбувається за дозволом лектора за наявності документів, що підтверджують поважні причини
<b>Політика академічного плагіату, фальсифікації і фабрикації</b>	Списування під час контрольних і самостійних робіт, іспиту заборонені (і т.ч. із використанням мобільних девайсів). У випадку виявлення таких порушень роботи не оцінюватимуться
<b>Політика щодо відвідування</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, академічна мобільність) навчання може відвідуватись індивідуально у формі онлайн