TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ESI Institute of Geology
ННІ «Інститут геології»

Department ***of Geoinformatics /*** Кафедра ***геоінформатики***

«APPROVED/ ЗАТВЕРДЖУЮ»
Director of Institute of Geology /
Директор ННІ «Інститут геології»
_____Сергій ВИЖВА
«31» серпня 2026 року

WORK PROGRAM OF THE DISCIPLINE / РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Geodatabase Design (Розробка баз геоданих)

For students/для студентів

Branch of knowledge /галузь знань	**E Natural Sciences, Mathematics and Statistics / Природничі науки, математика та статистика**
Training direction (Speciality) / спеціальність	**E4 Earth Science / Науки про Землю**
Educational level / освітній рівень	**Master / Магістр**
Educational program / освітня програма	**Well Logging and Petrophysics / Промислова геофізика і петрофізика**
Type of discipline / вид дисципліни	**Selective / Вибіркова**

Teaching mode/ Форма навчання	**Part-time/заочна**
Academic year / Навчальний рік	**2026/2027**
Semester / Семестр	**3**
Number of credits ECTS / Кількість кредитів ECTS	**6**
Language of teaching, learning and evaluation / Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська, англійська/ Ukrainian, English**
Form of final control / Форма заключного контролю	**Modular test /залік**

Lecturer(s): *Vsevolod Demidov, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate professor, Department of Geoinformatics, Viktor Onyshchuk, Ph.D. in Geology, Head of Department of Geophysics*

Викладачі: *Демидов Всеволод Кирилович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри геоінформатики, Онищук Віктор Іванович, канд. геол. наук, зав. каф. геофізики*

To be continued / Пролонговано: на 20__/20__ а.у./н.р. _____(_____) «__»___ 20__у/р.
на 20__/20__ а.у./н.р. _____(_____) «__»___ 20__у/р.

© *Demidov V., Onyshchuk V.*/Демидов В.К., Онищук В. І., 2026

KYIV/КИЇВ – 2026

Author(s): ***Vsevolod Demidov, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate professor, Department of Geoinformatics, Viktor Onyshchuk, Ph.D. in Geology, Head of Department of Geophysics***

Розробники: ***Демидов Всеволод Кирилович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри геоінформатики, Онищук Віктор Іванович, канд. геол. наук, зав. каф. геофізики***

Approved / Затверджено
Protocol #1 «31» August 2026 y.
Протокол №1 від «31» серпня 2026 р.

Head of Department / Зав. кафедри

(*Vitalii Zatserkovnyi* / Віталій ЗАЦЕРКОВНИЙ)

Approved by Scientific-Methodical Commission of the Institute of Geology / Схвалено науково - методичною комісією інституту ***ННІ «Інститут геології»***

Protocol #1 «31» August 2026 y.
Протокол від «31» серпня 2026 року №1
Head of Scientific-Methodical Commission
/ Голова науково-методичної комісії

(*Vsevolod Demidov* / Всеволод ДЕМИДОВ)

1. Aim of the discipline – *To teach students to design, create, validate, and publish geological databases. The course covers relational data modelling, SQL, working with spatial data, PostGIS indexes, data quality control and provenance documentation, data exchange using open formats and APIs, and the fundamentals of deploying and maintaining databases in a cloud environment. Students complete a course-long project using geological data, such as borehole records, sample information, analytical results, or data from other geological sources.*

1. Мета дисципліни – *навчити здобувачів проєктувати, створювати, перевіряти та публікувати геологічні бази даних. Курс охоплює реляційне моделювання, SQL, роботу з просторовими даними, індекси PostGIS, контроль якості й документування походження даних, обмін даними за допомогою відкритих форматів та API, а також основи розгортання й супроводу баз даних у хмарному середовищі. Наскрізний проєкт виконується з використанням геологічних даних: даних свердловин, відомостей про проби, результатів аналізів або даних з інших геологічних джерел.*

2. Discipline requirements:

Students should know: the fundamentals of data organization and representation, and basic concepts of geographic information systems (GIS). Prior knowledge of SQL is desirable but not required.

Students should be able to: work with spreadsheets, structure geological data, and perform basic operations in GIS. Basic programming skills are desirable.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

студенти повинні знати: основи організації та подання даних. Базові поняття геоінформаційних систем. Попереднє знання SQL є бажаним, але не обов'язковим.

студенти повинні вміти: працювати з електронними таблицями, структурувати геологічні дані та виконувати базові операції в ГІС. Базові навички програмування є бажаними.

3. Annotation of teaching discipline:

The course covers the lifecycle of geological data, from structuring field and laboratory records to providing controlled access to them. Students design a relational schema for a geological database, enforce data integrity through keys and constraints, load and validate data, and perform SQL queries and spatial analysis in PostgreSQL/PostGIS. Particular attention is given to coordinate reference systems, spatial indexes, query execution plans, metadata, documenting data provenance, backup, and recovery. Students compare storing data in a database with using GeoPackage and GeoParquet files, publish selected data through OGC API Features, and deploy a database locally or in a cloud environment. The choice of learning environment depends on available resources: students may use a local container or a managed PostgreSQL service.

Academic integrity. All learning and assessment tasks must be completed in accordance with the Charter of Academic Integrity and the current regulations of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Sources of data, ideas, texts, images, digital materials, and other work used or incorporated must be properly attributed. Violations of academic integrity are addressed under University procedures.

Study of the course material, continuous assessment, and final assessment are conducted in accordance with the principles of academic integrity set out in Article 42 of the Law of Ukraine "On Education"; the recommendations of the Ministry of Education and Science of Ukraine on preventing academic plagiarism (Letter No. 1/9-565 of 15 August 2018); and the Regulations on the Use of Artificial Intelligence in the Delivery of Educational Programmes at Taras Shevchenko National University of Kyiv https://senate.knu.ua/?p=3466.

Use of artificial intelligence. Level 2 use of generative artificial intelligence, as defined in the University's Regulations on the Use of Artificial Intelligence in the Delivery of Educational Programmes, applies to the course as a whole.

Specific restrictions for individual assessed tasks are set out in Section 6.1, "Forms of Student Assessment," of the course syllabus. These include a complete prohibition on the use of generative AI during assessments conducted under the instructor's supervision.

Recognition of non-formal and/or informal learning. Learning outcomes achieved through non-formal and/or informal education may be submitted for recognition under the procedure established by the University, provided that they correspond to the learning outcomes of this course and are supported by appropriate documentation.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс**:**

Дисципліна охоплює життєвий цикл геологічних даних: від структурування польових і лабораторних записів до організації контрольованого доступу до них. Здобувачі проєктують реляційну схему бази геологічних даних, забезпечують цілісність даних за допомогою ключів та обмежень, завантажують і перевіряють дані, виконують SQL-запити та просторовий аналіз у PostgreSQL/PostGIS. Окрему увагу приділено системам координат, просторовим індексам, планам виконання запитів, метаданим, документуванню походження даних, резервному копіюванню та відновленню. Здобувачі порівнюють зберігання даних у базі даних і форматах GeoPackage та GeoParquet, публікують вибрані дані через OGC API Features і розгортають базу даних локально або в хмарному середовищі. Вибір навчального середовища залежить від доступних ресурсів: можна використовувати локальний контейнер або керований сервіс PostgreSQL.

Академічна доброчесність. Виконання всіх навчальних і контрольних завдань здійснюється з дотриманням Хартії академічної доброчесності та чинних положень Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Запозичення, використання даних, ідей, текстів, зображень, цифрових матеріалів та інших результатів мають бути належно атрибутовані. Порушення академічної доброчесності розглядаються відповідно до університетських процедур.

Опанування програмного матеріалу дисципліни, поточний та підсумковий контроль здійснюються на принципах академічної доброчесності відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» та рекомендацій Міністерства освіти і науки України щодо запобігання академічному плагіату (Лист МОН № 1/9-565 від 15.08.2018 р.), а також Положення про використання штучного інтелекту при реалізації освітніх програм у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка https://senate.knu.ua/?p=3466

Використання штучного інтелекту. Для освітнього компонента загалом встановлюється рівень 2 використання генеративного штучного інтелекту згідно «Положення про використання штучного інтелекту при реалізації освітніх програм у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка».

Для окремих видів оцінюваних робіт у п.п. 6.1 Форми оцінювання студентів робочої програми визначені спеціальні обмеження, зокрема повна заборона використання генеративного ШІ під час контрольних заходів, що виконуються під наглядом викладача.

Визнання результатів неформальної та/або інформальної освіти. Результати навчання, здобуті в неформальній та/або інформальній освіті, можуть бути подані до визнання у встановленому Університетом порядку за умови їх відповідності результатам навчання цієї дисципліни та наявності підтвердних матеріалів.

4. The main tasks of discipline are:

- *Learn to design a relational schema for a geological database and justify the relationships between tables, keys, and integrity constraints.*
- *Learn to write SQL queries and perform spatial operations in PostgreSQL/PostGIS.*
- *Be able to load, validate, document, and export geospatial data while accounting for coordinate reference systems and data provenance.*
- *Be able to deploy a database, configure access permissions, create backups, and publish data through OGC API Features.*

4. Завдання:

- *навчитися проектувати реляційну схему бази геологічних даних та обґрунтовувати зв'язки між таблицями, ключі й обмеження цілісності;*
- *навчитися створювати SQL-запити та виконувати просторові операції в PostgreSQL/PostGIS;*
- *вміти завантажувати, перевіряти, документувати й експортувати геодані з урахуванням систем координат і походження даних;*

- *вміти «розгортати» базу даних, налаштовувати права доступу, створювати резервні копії та публікувати дані через OGC API Features.*

5. Learning results:

Learning results (1. to know; 2. be able to; 3. communication; 4. autonomy and responsibility)		*Form/Methods of teaching and studying*	*Form / Methods of evaluation*	*Percentage in the final assessment of the discipline*
Code	Learning results			
1.1	*Geological data models and types of relationships between entities*	*lecture, practical class,*	*Paperwork*	*до 10%*
1.2	*Stages of database design and principles of schema migration*	*lecture, practical class*	*Paperwork*	*до 10%*
1.3	*The purpose of keys and integrity constraints, and methods for assessing data quality*	*lecture, practical class*	*Paperwork*	*до 10%*
1.4	*Principles of normalization, the purpose of metadata, and methods for documenting data provenance*	*lecture, practical class*	*Paperwork*	*до 10%*
2.1	*Structure geological field data and represent them in relational tables*	*practical class, self-study*	*Paperwork, Practical project*	*до 15%*
2.2	*Create database tables, load data, and execute SQL queries*	*practical class, self-study*	*Paperwork, Practical project*	*до 15%*
2.3	*Define relationships between tables, set integrity constraints, and validate geological data*	*practical class, self-study*	*Paperwork, Practical project*	*до 10%*
2.4	*Perform spatial queries, analyze their execution plans, and export and import data in open formats*	*practical class, self-study*	*Paperwork, Practical project*	*до 10%*
3.1	*Formulate reports on the created databases, illustrate examples of the developed software tools*	*self-study*	*Paperwork*	*до 5%*
4.1	*Understanding of personal / personal responsibility for personal decision of part of the common task*	*self-study*	*Paperwork*	*до 5%*

Structure of the discipline: lectures, practical works, and self-studying work of students

5. Результати навчання:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		*Форма/Методи викладання і навчання*	*Форма/Методи оцінювання*	*Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни*
Код	Результат навчання			
1.1	*Моделі геологічних даних і типи зв'язків між сутностями*	*лекція, практичне заняття,*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.2	*Етапи проєктування бази даних і принципи міграції її схеми*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.3	*Призначення ключів та обмежень цілісності, методи перевірки якості даних*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.4	*Принципи нормалізації, призначення метаданих і способи документування походження даних*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*

2.1	*Структурувати польові геологічні дані та подавати їх у реляційних таблицях*	*практичне заняття, самостійне навчання*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 15%*
2.2	*Створювати таблиці бази даних, завантажувати дані й виконувати SQL-запити*	*практичне заняття, самостійне навчання*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 15%*
2.3	*Визначати зв'язки між таблицями, задавати обмеження цілісності та перевіряти геологічні дані*	*практичне заняття, самостійне навчання,*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 10%*
2.4	*Виконувати просторові запити, аналізувати плани їх виконання та експортувати й імпортувати дані у відкритих форматах*	*практичне заняття, самостійне навчання*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 10%*
3.1	*Вміти організувати командну розробку для ефективного вирішення поставленої задачі*	*практичне заняття*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 5%*
4.1	*Розуміння особистої/персональної відповідальності за особисте рішення частини спільної задачі*	*практичне заняття*	*Письмова робота, Практичний проєкт*	*до 5%*

Структура курсу: *лекційні і практичні заняття, самостійна робота.*

6. Scheme of grading forms / Схема формування оцінки:

6.1. Grading forms

Semester grading:
1) Test 1: Data Modelling and Working with a Spatial Database - 10 points (passing grade is 6 points)
2) Test 2: Data Quality, Cloud Environments, and Data Publication - 10 points (passing grade is 6 points)
3) Grading for work at practical classes - 20 points (passing grade is 12 points)
4) Grading for the independent practical project - 40 points (passing grade is 24 points)

AI may be used as a supporting tool when preparing practical assignments, provided that students make their own substantive contribution to the code and calculations. AI may be used to look up information and to check spelling and document formatting. Students must disclose whether and how they used AI. AI use is prohibited during the defence of practical assignments.

Final assessment in the form of a Modular test: *the maximum score is 20 points, and the minimum passing score is 12 points. During the examination, students must demonstrate an understanding of schema design, the ability to use SQL, and the ability to justify their choices for storing and accessing data. AI use is prohibited when preparing the written examination work.* ***Participation in the Modular test is optional; students who choose not to participate will receive no points for this component of the final grade.***

Results of educational activity of students grading are based on 100 grading scale.

The Final grade is awarded on the basis of the student's work throughout the semester, *as the simple or weighted sum of the points earned for ongoing coursework and the Modular test.*

	Semester grade	**Modular test**	**Final grade**
Minimum	*48*	*12*	*60*
Maximum	**80**	**20**	**100**

A student is not allowed to pass a Modular test if he/she graded less than 40 points during semester.

6.1 Форми оцінювання студентів

Семестрове оцінювання:

1) Модульна контрольна робота 1 Моделювання та робота з просторовою базою даних – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)

2) Модульна контрольна робота 2 Якість даних, хмарне середовище та публікація – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)

3) Оцінка за виконану роботу на практичних заняттях – 20 балів (рубіжна оцінка 12 балів)

4) Оцінка за самостійний практичний проєкт – 40 балів (рубіжна оцінка 24 балів)

Дозволяється використовувати ШІ при підготовці практичних робіт як допоміжного інструменту за умови збереження авторського вкладу в підготовку програмного коду практичної роботи та розрахункових задач. Дозволено використовувати ШІ для довідкових функцій під час підготовки практичної роботи та як інструмент перевірки орфографії, технічного оформлення роботи. Декларування факту та способу використання ШІ є обов'язковим. Під час захисту практичних робіт використання ШІ заборонено.

Підсумкове оцінювання *у формі заліку*: *максимальна оцінка 20 балів, рубіжна оцінка 12 балів. Під час заліку здобувач має продемонструвати розуміння проєктування схеми, вміння використання SQL і обґрунтування способів зберігання та доступу до даних. Під час підготовки письмової залікової роботи використання ШІ заборонено.* ***Підсумкове оцінювання у формі заліку не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання студент не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.***

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру, *як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру та заліку.*

	Семестрова кількість балів	**ПКР** (підсумкова контрольна робота) *чи/або* **залік**	**Підсумкова оцінка**
Мінімум	*48*	*12*	*60*
Максимум	**80**	**20**	**100**

Студент не допускається до ***підсумкового оцінювання у формі заліку****, якщо під час семестру набрав менше 40 балів.*

6.2 Grading: *Assessment follows a modular rating system and includes two tests, two practical assignments in which students demonstrate their acquired knowledge and solve assigned problems using the methods and tools specified by the instructor, and one independent practical project. The project comprises four stages: schema design and data integrity; data loading, validation, and documentation; spatial queries, indexing, and execution plan analysis; and reproducible deployment, access permissions, backup, and publication of selected data through an API. Final assessment takes the form of a written Modular test.*

6.2 Організація оцінювання: *Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 2 модульних контрольних робіт, 2 практичних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та 1 самостійний практичний проєкт (чотири етапи проєкту - схема та цілісність даних; завантаження, перевірка й документація; просторові запити, індекс і аналіз плану виконання; відтворюване розгортання, права доступу, резервна копія та публікація вибраних даних через API). Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового заліку.*

6.3 Scale of final test / Шкала відповідності

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

7. PLAN OF LECTURES AND PRACTICAL CLASSES

#	Theme	Total hours		
		Lectures	Practical classes	Self-studying work
Section 1: Data Modelling and Working with a Spatial Database				
1	**Introduction.** **Theme 1.** Geological Data and Relational Modelling	1	1	20
2	**Theme 2.** PostgreSQL and SQL for Geological Data	1	1	25
3	**Theme 3.** Spatial Data and PostGIS Indexes			15
	Test 1			4
Module 2. Basics of designing geodatabases				
4	**Theme 4.** Loading, Validation, and Exchange of Geospatial Data	1	1	30
5	**Theme 5.** Cloud Deployment, Access, and Recovery	1	1	30
6	**Theme 6.** Publishing Geospatial Data through APIs			30
	Test 2			4
	Modular test			2
	Total	**4**	**4**	**170**

***** *– on the Individualized Education Plan, hours will be corrected for real student numbers*

Total - 180 hours:
Lectures –4 hours,
Practical classes – 4 hours
Consultations – 2 hours
Self-work – 170 hours

7. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
Розділ 1 *Моделювання та робота з просторовою базою даних*				
1	**Вступ**. **Тема 1.** Геологічні дані та реляційне моделювання	1	1	20
2	**Тема 2.** PostgreSQL і SQL для геологічних даних	1	1	25
3	**Тема 3.** Просторові дані й індекси PostGIS			25
	Модульна контрольна робота 1			4
Розділ 2 *Якість даних, хмарне середовище та публікація*				
4	**Тема 4.** Завантаження, перевірка та обмін геоданими	1	1	30
5	**Тема 5.** Хмарне розгортання, доступ і відновлення	1	1	30
6	**Тема 6.** Публікація геоданих через API			30
	Модульна контрольна робота 2			4
	Залік			2
	ВСЬОГО	**4**	**4**	**170**

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг *180 год.,* в тому числі:
Лекцій **– *4 год.***
Практичні заняття **- *4 год.***
Консультації **- *2 год.***
Самостійна робота **- *170 год.***

Themes for self-studying work:

1. *Geological Data and Relational Modelling. Entities and attributes: boreholes, intervals, samples, and analytical results; primary and foreign keys; conceptual and logical schemas; normalization and a data dictionary.*
2. *PostgreSQL and SQL for Geological Data. Data types, table creation, integrity constraints, loading CSV files, data selection, filtering, grouping, JOIN operations, transactions, and schema migrations.*
3. *Spatial Data and PostGIS Indexes. Geometries and coordinate reference systems, importing geospatial data, spatial predicates and distances, GiST indexes, EXPLAIN, and comparison of execution plans.*
4. *Loading, Validation, and Exchange of Geospatial Data. Validation of values and geometries, units of measurement, missing and duplicate records, metadata and data provenance; importing and exporting GeoPackage and GeoParquet files.*
5. *Deployment, Access, and Recovery. A local container or managed PostgreSQL service, connection configuration, roles and minimum required permissions, backups, test restores, and basic resource monitoring.*
6. *Publishing Geospatial Data and Completing the Project. Preparing a collection for OGC API Features, accessing features through a web API, describing the schema and metadata, documenting data limitations, and conducting final checks and preparing deliverables.*
7. *Practical Project:*
    a. *Stage 1. Develop conceptual and relational schemas for a selected geological dataset; define keys, constraints, and rules for handling missing values.*
    b. *Stage 2. Create the schema in PostgreSQL/PostGIS, load data using a script, check coordinates, units of measurement, duplicates, and referential integrity; prepare a data dictionary and document data provenance.*
    c. *Stage 3. Perform attribute and spatial queries, compare execution plans before and after creating a spatial index, and export the selected data to GeoPackage or GeoParquet with the CRS specified.*
    d. *Stage 4. Deploy the database locally or in a cloud environment for learning, configure roles, verify restoration from a backup, and publish a selected collection through OGC API Features.*

Теми для самостійного навчання:

1. *Геологічні дані та реляційне моделювання. Сутності й атрибути: свердловини, інтервали, проби та результати аналізів; первинні й зовнішні ключі; концептуальна та логічна схеми; нормалізація й словник даних.*
2. *PostgreSQL і SQL для геологічних даних. Типи даних, створення таблиць, обмеження цілісності, завантаження CSV, вибірка, фільтрація, групування, JOIN, транзакції та міграції схеми.*
3. *Просторові дані та індекси PostGIS. Геометрії та системи координат, імпорт геоданих, просторові предикати й відстані, індекс GiST, EXPLAIN та порівняння планів виконання.*
4. *Завантаження, перевірка та обмін геоданими. Валідація значень і геометрій, одиниці вимірювання, відсутні та дубльовані записи, метадані й походження даних; імпорт та експорт GeoPackage і GeoParquet.*
5. *Розгортання, доступ і відновлення. Локальний контейнер або керований PostgreSQL, конфігурація підключення, ролі та мінімальні права, резервне копіювання, тестове відновлення, базовий облік ресурсів.*
6. *Публікація геоданих і завершення проєкту. Підготовка колекції для OGC API Features, доступ до об'єктів через веб API, опис схеми й метаданих, документування обмежень даних; фінальна перевірка та оформлення результатів.*
7. *Наскрізний проєкт:*
    a. *Етап 1. Побудувати концептуальну та реляційну схеми для вибраного геологічного набору даних; визначити ключі, обмеження й правила щодо пропусків.*
    b. *Етап 2. Створити схему в PostgreSQL/PostGIS, завантажити дані скриптом, перевірити координати, одиниці вимірювання, дублікати та посилальну цілісність; оформити словник даних і опис походження.*

c. *Етап 3. Виконати атрибутивні та просторові запити, порівняти план до і після створення просторового індексу; експортувати вибірку до GeoPackage або GeoParquet із зазначенням CRS.*
d. *Етап 4. Розгорнути базу локально або в навчальному хмарному середовищі, налаштувати ролі, перевірити відновлення з резервної копії та опублікувати вибрану колекцію через OGC API Features.*

REFERENCES / РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

General / Основні:

1. *Reis J., (2022), Housley M. Fundamentals of Data Engineering: Plan and Build Robust Data Systems. O'Reilly Media.*
2. *Ferrari L., Pirozzi E., (2026), Learn PostgreSQL: Use, Manage, and Build Secure and Scalable Databases with PostgreSQL 18 or Higher. 3rd ed. Packt.*
3. *Dorman M., Graser A., Nowosad J., Lovelace R., (2025), Geocomputation with Python. Chapman & Hall/CRC.*
4. *Tokaj P., Yu J., Sarwat M., (2025), Cloud Native Geospatial Analytics with Apache Sedona. O'Reilly Media.*
5. *Coronel C., Morris S., (2018), Database Systems: Design, Implementation, & Management 13th Edition: Cengage Learning, 816 p. ISBN-10: 1337627909.*
6. *Kroenk D., Auer D., Vandenberg S., Yoder R., (2019), Database Concepts 9th Edition: Pearson, 552 p.*
7. *Rigaux P., Scholl M., Voisard A., (2001), Spatial Databases: With Application to GIS 1th Edition: Morgan Kaufmann, 410 p.*
8. *Beaulieu A., (2020), Learning SQL: Generate, Manipulate, and Retrieve Data 3rd Edition: O'Reilly, 384 p. ISBN-13: 978-1492057611.*
9. *Hsu Leo S., Obe Regina O., (2021), PostGIS in Action, Third Edition, Manning, 600 p.*

Additional / Додаткові:

10. *Schönig H.-J., (2024), Mastering PostgreSQL 17. 6th ed. Packt.*
11. *David W. Allen, (2019), Focus on Geodatabases in ArcGIS Pro 1st Edition: Esri Press, 260 p. ISBN-13: 978-1589484450*
12. *Frank T., Hayes M., Hayes L., (2021), Sediment Database and Geochemical Assessment of Lake Pontchartrain Basin, [url] https://pubs.usgs.gov/pp/p1634j/index.htm#contents*
13. *Geology GIS Data and Databases, (2021), [url] https://www.dnr.wa.gov/programs-and-services/geology/publications-and-data/gis-data-and-databases*
14. *Rare earth element mines, deposits, and occurrences, (2021), [url] https://mrdata.usgs.gov/ree/*
15. *Natural Hazards Data, (2021), [url] https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/*
16. *Zandbergen Paul A., (2013), Python scripting for ArcGIS: Esri Press. N.Y., 360 p.*
17. *Demidov V., Pyvovar O., Kravchenko Y., (2018), Modern development methodologies for GIS oriented web application: 17th International Conference on Geoinformatics Theoretical and Applied Aspects, 4 p. DOI: 10.3997/2214 4609.201801770.*
18. *Dzyuba O., Demidov V., Danilov O., (2013), Organization of spatial information and methods of building geological databases: Theoretical and Applied Aspects: collection of scientific papers, P 134-149. [url] http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpag_2013_10_14*
19. *Amazon Web Services. Managing Spatial Data with the PostGIS Extension https://docs.aws.amazon.com/AmazonRDS/latest/UserGuide/Appendix.PostgreSQL.CommonDBATasks.PostGIS.html?utm_source=chatgpt.com*
20. *PostgreSQL Documentation. https://www.postgresql.org/docs/*
21. *PostGIS Documentation. https://postgis.net/documentation/*
22. *PostGIS Workshop. https://postgis.net/workshops/*
23. *OGC API Features Standard. https://www.ogc.org/standards/ogcapi-features/*
24. *GeoParquet Specification. https://geoparquet.org/*
25. *OGC GeoPackage Standard. https://www.ogc.org/standards/geopackage/*