

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Географічний факультет

Кафедра фізичної географії та геоекології

Є.Ю. Циганок

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ІНФРАСТРУКТУРА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ»



Київ – 2026

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет

Рецензенти: **Л.Ф. Білоус**, кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної географії та геоекології (*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*)

О.П. Гавриленко, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної географії та геоекології (*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*)

Циганок Є.Ю.

Ц 58 Навчально-методичний комплекс до навчальної дисципліни «Інфраструктура геопросторових даних»: навчальне видання. Київ, 2026. 31 с.

ISBN 978-617-8324-80-3

Навчально-методичний комплекс призначено для забезпечення навчального процесу дисципліни «Інфраструктура геопросторових даних», яка є складовою освітньо-професійної програми «Геоекологія та екосистемні послуги» підготовки фахівців за освітнім рівнем Бакалавр спеціальності Е4 (103) Науки про Землю. Зміст навчально-методичного комплексу розкриває тематичний план навчальної дисципліни, містить її розгорнуту програму, завдання для практичних робіт та вказівки до їх виконання, перелік питань до семестрового контролю та перелік джерел для успішного опанування дисципліни.

Рекомендовано для здобувачів I (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Е4 (103) Науки про Землю освітньо-професійної програми «Геоекологія та екосистемні послуги» географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також для викладачів та студентів природничих, насамперед географічних, факультетів закладів вищої освіти.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
Протокол № 14 від 28 травня 2026 року*

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
РОЗГОРНУТА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ	6
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ТА ВКАЗІВКИ ДО ЇХ ВИКОНАННЯ	13
ПИТАННЯ ДО СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ	27
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Інфраструктура геопросторових даних» є складовою освітньо-професійної програми «Геоєкологія та екосистемні послуги» підготовки фахівців за освітнім рівнем Бакалавр спеціальності Е4 (103) Науки про Землю. Дисципліна «Інфраструктура геопросторових даних» є вибірковою (входить до вибіркового блоку «Міжнародне геоєкологічне співробітництво») та викладається здобувачам освіти у 6 семестрі в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS), з яких лекцій – 14 год., практичних робіт – 14 год., консультацій – 2 год., самостійної роботи – 60 год. Завершується складанням іспиту.

Мета дисципліни – формування здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у професійній діяльності шляхом набуття здобувачами вищої освіти фахово спрямованих теоретичних знань, формування та розвиток спеціальних умінь і практичних навичок із застосування методологічних основ і технологічно-організаційних підходів до розробки міжнародних та національних інфраструктур геопросторових даних як технологій, стратегій, стандартів, необхідних для отримання, зберігання, введення, відображення, обробки, аналізу, моделювання, візуалізації та поширення просторово-координованої інформації для подальшого застосування в сучасних науках про Землю.

Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни – успішне вивчення обов’язкових навчальних дисциплін «Сервіси мережевих геоєкологічних комунікацій», «Топографія та геодезія», «Основи ГІС», «Геоєкологія 2: Модуль 1. Геоінформаційні технології. Модуль 2. Основи просторового аналізу», а також успішне проходження навчальної практики з методів збереження й обробки геоєкологічної інформації.

Анотація навчальної дисципліни: у першій змістовій частині розглядаються основні поняття, принципи, підходи та технології розробки геопросторових даних, метаданих, каталогів геопросторових даних, візуалізації геопросторових даних, відкритого просторового доступу до інфраструктур геопросторових даних (далі – ІГД) та їх сервісів. У другій змістовій частині розглядаються сучасні моделі та інформаційні технології з організації та проведення досліджень, розробок у сфері геоєкології на основі ІГД, підходи до поширення та нарощування потенціалу ІГД, а також чинники ефективної організації ІГД, операції з інтерфейсами веб-картографічних сервісів. Дисципліна спрямована на формування у здобувачів вищої освіти системного розуміння принципів створення, управління та використання ІГД на локальному, національному та глобальному рівнях, включаючи стандарти, інтероперабельність, геопортали, метадані та політики відкритих даних.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття	самостійна робота
Змістова частина 1: Концептуальні та технологічні основи ІГД				
1	Тема 1. Поняття про ІГД як клас геоінформаційних ресурсів	1		4
2	Тема 2. Еволюція ІГД	1		4
3	Тема 3. Архітектура ІГД	1	2	4
4	Тема 4. Стандартизація геопросторових даних. Сервісні (веб) OGC стандарти	1		4
5	Тема 5. Метадані геопросторових даних та механізми обміну даними. Просторові та атрибутивні індекси	1	2	4
6	Тема 6. Формати геопросторових даних. Внутрішні та обмінні формати. Інтєроперабельність геопросторових даних	1		5
7	Тема 7. Методи та моделі захисту ІГД	1	2	5
	Підсумкова контрольна робота 1		1	
Змістова частина 2: Проектування та адміністрування ІГД				
8	Тема 8. Глобальні ІГД	1		4
9	Тема 9. Національні ІГД. Архітектура та функції Національної кадастрової системи	1		4
10	Тема 10. Компонентна структура, склад та етапи розробки ІГД для різних територіальних рівнів	1	2	4
11	Тема 11. Створення ІГД муніципального рівня	1		4
12	Тема 12. Інтеграція мережевих та ГІС технологій. Хмарні геопросторові платформи	1	2	4
13	Тема 13. Основні поняття і засоби веб-технологій та систем веб-картографування	1		5
14	Тема 14. Картографічні сервери та засоби веб-картографування геопорталів ІГД	1	2	5
	Підсумкова контрольна робота 2		1	
	ВСЬОГО	14	14	60

РОЗГОРНУТА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВА ЧАСТИНА 1: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІГД

ТЕМА 1.

ПОНЯТТЯ ПРО ІГД ЯК КЛАС ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

ІГД як основа сучасного управління геопросторовими даними. Передумови виникнення концепції ІГД: проблеми фрагментації геоданих, дублювання, несумісність форматів. Визначення ІГД: технологічний, організаційний та правовий виміри. Компонентна структура ІГД: просторові дані, метадані, сервіси, стандарти, угоди, технології, інституції. Базові геопросторові дані як основа ІГД. Рівні ІГД та їх взаємодія: муніципальний, регіональний, національний, транснаціональний, глобальний. Вимоги до ІГД: актуальність, повнота, точність, доступність, сумісність. Централізовані та децентралізовані моделі ІГД: переваги, недоліки, приклади реалізації. Відмінності ІГД від геопорталів та ГІС. ІГД у контексті відкритих даних: принципи FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Учасники ІГД: органи публічної влади, науково-дослідні установи, приватний сектор, громадянське суспільство. Місце ІГД в екосистемі електронного урядування та цифрової трансформації.

ТЕМА 2.

ЕВОЛЮЦІЯ ІГД

Засновки ІГД: картографічні агентства та національні топографічні служби. Перші прояви концепції ІГД: США — Executive Order 12906 (1994) та ініціатива NSDI. Виникнення поняття «інфраструктура геопросторових даних» у науковому дискурсі 1990-х рр. Розвиток ІГД у 1990-х — 2000-х рр.: від національних ініціатив до глобальної координації. Створення GSDI (Global Spatial Data Infrastructure Association): цілі, структура, мануал. Перехід від датацентричного до сервісно-орієнтованого підходу в ІГД. Поява Директиви INSPIRE (2007) як ключового регуляторного документу для ІГД ЄС: передумови, цілі, 34 тематичні набори даних. Сучасний етап розвитку ІГД: хмарні платформи, відкриті дані, API-економіка. Поняття ІГД 2.0: від порталів до платформ. Вплив геопросторових стартапів та компаній BigTech (Google, Amazon, Microsoft) на еволюцію ІГД. Міжнародний досвід розвитку ІГД: INSPIRE (ЄС), NSDI (США), PSMA (Австралія), NSDI (Канада). Розвиток національної ІГД в Україні: нормативна база, актуальний стан, виклики. Закон України «Про національну геопросторову інфраструктуру» № 554-IX (2020): основні положення, учасники, регулятор.

ТЕМА 3.

АРХІТЕКТУРА ІГД

Архітектура ІГД як система взаємопов'язаних складників. Модель «ромба» Вільямсона: дані, люди, технології, інститути. Сервісно-орієнтована архітектура (SOA) як основа сучасних ІГД. Поняття про веб-сервіси в контексті ІГД. Геопортал як точка доступу до ресурсів ІГД: функції, компоненти, приклади. Каталогів сервіси: призначення, стандарти, функції серверів каталогів. Catalogue Service for the Web (CSW): протокол, операції GetCapabilities, GetRecords, GetRecordById. Проблеми функціонування розподілених каталогів. Сховища геопросторових даних (data warehouse): архітектура, ETL-процеси. Інтерфейси доступу до даних: файловий доступ, сервісний доступ, API. Рівні архітектури ІГД: рівень даних, сервісів, застосунків, користувачів. Геопросторовий стек технологій: БД → геосервери → API → клієнтські застосунки. Огляд серверних платформ: GeoServer, MapServer, ArcGIS Server. Federated architecture в ІГД: розподілені вузли та їх координація. Питання масштабованості та відмовостійкості архітектури ІГД.

ТЕМА 4.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ. СЕРВІСНІ (ВЕБ) OGC СТАНДАРТИ

Стандартизація як фундамент функціонування ІГД. Поняття про відкриті стандарти та їх роль у забезпеченні інтеоперабельності. Організації зі стандартизації геоінформації: OGC (Open Geospatial Consortium), ISO/TC211, W3C. Серія стандартів ISO 19100: структура, ключові документи. UML як інструмент моделювання геоданих: класи, атрибути, асоціації, стереотипи. Geography Markup Language (GML): поняття, структура, версії, застосування. Формати обміну геопросторовими даними: GML, GeoJSON, KML, WKT, WKB. Вибір стандартів для геоінформаційних проектів: критерії, компроміси. Сервісні (веб) OGC стандарти: загальний огляд. Web Map Service (WMS): принципи роботи, операції GetCapabilities, GetMap, GetFeatureInfo. Web Feature Service (WFS): архітектура, транзакційний WFS. Web Coverage Service (WCS): призначення, відмінність від WMS. Стандарти OGC для доступу до даних нового покоління: OGC API — Features, OGC API — Maps, OGC API — Tiles. WMTS (Web Map Tile Service): тайлова схема, переваги для продуктивності. Sensor Observation Service (SOS): спостереження та вимірювання в ІГД.

ТЕМА 5.

МЕТАДАНИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТА МЕХАНІЗМИ ОБМІНУ ДАНИМИ. ПРОСТОРОВІ ТА АТРИБУТИВНІ ІНДЕКСИ

Метадані як основа функціонування ІГД. Рівні метаданих: набір даних, серія наборів, сервіс, об'єкт. Стандарти метаданих геопросторових даних: ISO 19115 (зміст),

ISO 19139 (XML-кодування). Обов'язкові елементи метаданих ISO 19115: ідентифікація, зміст, просторове представлення, система відліку, якість даних, розповсюдження, метадані про метадані. Типові помилки при створенні метаданих: неповнота, невідповідність вмісту, застарілість, некоректна система координат. Оцінювання якості метаданих: повнота, коректність, актуальність. Автоматизація створення метаданих: скрипти, шаблони, засоби QGIS та GeoServer. Метадані у життєвому циклі геоданих: від збору до архівації. Механізми обміну геопросторовими даними: пряма передача файлів, сервісний доступ, API, реплікація. Протоколи обміну метаданими: OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting). Просторові індекси: R-дерево (R-tree), квадродерево (Quadtree), Grid index. Принцип роботи R-дерева для прискорення просторових запитів. Атрибутивні індекси: B-дерево, хеш-індекс. Створення просторових індексів у QGIS та PostGIS. Вплив наявності індексів на продуктивність запитів до великих наборів геоданих.

ТЕМА 6.

ФОРМАТИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ. ВНУТРІШНІ ТА ОБМІННІ ФОРМАТИ. ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Класифікація форматів геопросторових даних: векторні та растрові, файлові та серверні, комерційні (proprietary) та відкриті. Внутрішні формати зберігання: GeoPackage, Shapefile, FileGDB, GeoTIFF, ERDAS Imagine. Обмінні формати: GML, GeoJSON, KML/KMZ, DXF/DWG, CSV, GeoCSV. Формати OGC: GML, GeoJSON (RFC 7946), CityGML, IndoorGML. Cloud-optimized форматі: Cloud Optimized GeoTIFF (COG), FlatGeobuf, PMTiles. Растрові формати та їх особливості: GeoTIFF, JPEG2000, NetCDF, HDF5. Переваги GeoPackage як єдиного контейнера для векторних, растрових та атрибутивних даних. Проблема фрагментації форматів та її вплив на ефективність ІГД. Поняття інтероперабельності: семантична, синтаксична, технічна. Рівні інтероперабельності за моделлю OGC: технічний, синтаксичний, семантичний, прагматичний. Бар'єри інтероперабельності: несумісні формати, різні системи координат, відмінності атрибутивних схем. Методи забезпечення інтероперабельності: конвертація, трансформація, медіація. Гармонізація просторових даних: уніфікація геометрії, атрибутивної структури, топологічних правил. Роль OGC-сервісів у забезпеченні технологічної інтероперабельності.

ТЕМА 7.

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ЗАХИСТУ ІГД

Безпека просторових даних як компонент ІГД. Класифікація загроз безпеці геоінформаційних систем: несанкціонований доступ, витік даних, порушення цілісності, DDoS-атаки, SQL-ін'єкції. Законодавче регулювання доступу до геопросторових даних в Україні та ЄС. Обмеження доступу до геопросторових даних з міркувань національної безпеки. Ліцензування геопросторових даних: CC, ODbL,

власні ліцензії державних кадастрів. Моделі контролю доступу до даних ІГД: дискреційний (DAC), мандатний (MAC), рольовий (RBAC). Аутентифікація та авторизація в геопорталах: OAuth 2.0, JWT, API-ключі. Захист OGC-сервісів: HTTPS, фільтрація IP, rate limiting, CORS. Шифрування даних при передачі та зберіганні. Безпека метаданих: приховування чутливих відомостей про джерела та методи збору. Резервне копіювання та відновлення геопросторових даних. Управління версіями та протоколювання змін у геопросторових базах даних. XML-технології у сервісах ІГД: XSD-валідація, XSLT-трансформація, XPath-запити. Виявлення та запобігання атакам на веб-сервіси ГІС. Аудит безпеки геоінформаційної інфраструктури.

ЗМІСТОВА ЧАСТИНА 2: ПРОЕКТУВАННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ІГД

ТЕМА 8.

ГЛОБАЛЬНІ ГЕОПРОСТОРОВІ ІНФРАСТРУКТУРИ ДАНИХ

Глобальна ІГД: виникнення, цілі, структура, Мануал SDI. Роль ООН у координації глобальних просторових ініціатив: UN-GGIM (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management). Програма сталого розвитку ООН 2030 та роль геопросторових даних у моніторингу ЦСР. Міжнародний досвід розвитку ІГД: INSPIRE (ЄС), NSDI (США), PSMA (Австралія). Геопортал INSPIRE: структура, набори даних, статус впровадження. Директива INSPIRE: 34 тематичних просторових набори даних (Додатки I, II, III), принципи гармонізації. Система Copernicus як глобальна ІГД у сфері дистанційного зондування. Google Earth Engine як приклад хмарної геопросторової платформи глобального масштабу. OpenStreetMap як децентралізована глобальна ІГД: принципи, структура даних, якість. Wikidata та Linked Open Data в контексті глобальних геопросторових ресурсів. Гармонізація глобальних та національних ІГД: проблеми та підходи. Стандарт ISO 19115-1:2014 та його роль у міжнародній взаємодії ІГД. Глобальні геопортали: геопортал ЄС, USGS National Map, GeoNetwork opensource.

ТЕМА 9.

НАЦІОНАЛЬНІ ІГД. АРХІТЕКТУРА ТА ФУНКЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ КАДАСТРОВОЇ СИСТЕМИ

Національна ІГД як стратегічна інфраструктура держави. Типова архітектура національної ІГД: регулятор, оператори, геопортал, реєстри, сервіси. Моделі управління національною ІГД: централізована, децентралізована. Інституційні учасники ІГД: топографічна служба, кадастровий орган, статистичний комітет, галузеві геоінформаційні системи. Фінансування ІГД: бюджетне, концесійне, платне використання, гранти. Бар'єри впровадження ІГД: інституційні, технічні, фінансові, правові. Поняття про кадастрову систему: склад, функції, правова основа. Архітектура

та функції Національної кадастрової системи України: Державний земельний кадастр, кадастр нерухомості, лісовий кадастр, кадастр ПЗФ. Публічна кадастрова карта України: функціональні можливості, джерела даних, обмеження. Інтеграція кадастрових систем з ІГД. НСПД (Національна система просторових даних) відповідно до Закону № 554-ІХ. Реєстри базових просторових наборів даних в Україні. Зарубіжний досвід побудови національних кадастрів та їх інтеграції з ІГД: Нідерланди, Данія, Естонія. Принципи e-Government та цифрового урядування у контексті ІГД.

ТЕМА 10.

КОМПОНЕНТНА СТРУКТУРА, СКЛАД ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ ІГД ДЛЯ РІЗНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ РІВНІВ

Ієрархія рівнів ІГД та їх взаємозв'язок. Специфіка ІГД муніципального рівня порівняно з регіональним та національним. Компонентна структура ІГД: базові просторові дані, метадані, сервіси, геопортал, стандарти, угоди, люди. Класифікація базових просторових наборів даних для різних рівнів ІГД. Збір вимог до ІГД: стейкхолдери, їх потреби, аналіз прогалин. Методологія розробки ІГД: поетапний підхід, спіральна модель, agile-підходи. Концептуальне проектування ІГД: визначення охоплення, тематичного складу, рівнів доступу. Логічне проектування ІГД: схема даних, модель метаданих, архітектура сервісів. Технічне впровадження ІГД: розгортання серверів, налаштування сервісів, наповнення даними. Оцінювання ефективності ІГД: показники якості даних, сервісів, задоволеності користувачів. Оновлення та підтримка ІГД: управління змінами, версійність, комунікація зі спільнотою. Поширення та нарощування потенціалу ІГД: навчання, документація, відкриті інтерфейси. Чинники ефективної організації ІГД: керівництво (governance), фінансова сталість, технічний потенціал. Порівняльний аналіз ІГД різних рівнів на прикладі ПЗФ України.

ТЕМА 11.

СТВОРЕННЯ ІГД МУНІЦИПАЛЬНОГО РІВНЯ

Специфіка муніципальної ІГД: зацікавлені сторони, тематичні пріоритети, джерела даних, ресурсні обмеження. Типовий склад базових наборів даних муніципальної ІГД: адміністративні межі, вулична мережа, кадастр, ПЗФ, рельєф. Відкриті дані як основа муніципальної ІГД: data.gov.ua, OpenStreetMap, портали міських рад. Методологія створення ІГД природно-заповідного фонду на муніципальному рівні: збір, обробка, гармонізація, публікація. Розробка атрибутивної схеми просторових даних ПЗФ: поля, типи даних, обов'язковість заповнення, формати значень. Контроль якості та топологічної коректності геоданих ПЗФ. Узгодження різномірних джерел: державний кадастр, WDPA, OSM, матеріали рішень органів місцевого самоврядування. Оцінювання повноти та придатності даних для включення до ІГД. Наповнення метаданих відповідно до ISO 19115 для наборів даних ПЗФ.

Геостатистичний аналіз у муніципальній ІГД: коефіцієнт заповідності, забезпеченість зеленими насадженнями, просторова доступність. Моделювання просторової доступності природоохоронних територій для мешканців міста. Інтеграція демографічних даних у просторовий аналіз муніципальної ІГД. Картографічна продукція на основі муніципальної ІГД ПЗФ.

ТЕМА 12.

ІНТЕГРАЦІЯ МЕРЕЖЕВИХ ТА ГІС ТЕХНОЛОГІЙ. ХМАРНІ ГЕОПРОСТОРОВІ ПЛАТФОРМИ

Інтеграція мережесових та ГІС технологій: від настільних до хмарних рішень. Поняття хмарних обчислень: IaaS, PaaS, SaaS, GaaS (GIS as a Service). Хмарні просторові платформи: ArcGIS Online, Google Earth Engine, Amazon Location Service, Microsoft Azure Maps. Відкриті хмарні платформи: QGISCloud, GIS Cloud, Felt. Переваги хмарних ГІС: масштабованість, доступність, відсутність потреби у локальній інфраструктурі. Обмеження хмарних ГІС: залежність від інтернету, конфіденційність, витрати. Контейнеризація ГІС-сервісів: Docker, Kubernetes. Мікросервісна архітектура та її застосування в ІГД. Принципи REST API для геопросторових даних. OGC API як новітнє покоління стандартів доступу до геоданих. Хмарно-оптимізовані формати: Cloud Optimized GeoTIFF, FlatGeobuf, PMTiles. Публікація просторових даних у хмарному середовищі: QGISCloud та GIS Cloud як приклади. Підключення хмарних сервісів як WMS/WFS безпосередньо до QGIS. Вибір між власною інфраструктурою та хмарними рішеннями для ІГД: критерії та компроміси. Питання безпеки та суверенітету даних у хмарному середовищі.

ТЕМА 13.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ЗАСОБИ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ ВЕБ-КАРТОГРАФУВАННЯ

Web Mapping в ІГД: поняття, еволюція, роль. Архітектура веб-застосунків: клієнт, сервер, база даних. Технології клієнтської частини: HTML5, CSS3, JavaScript. Бібліотеки JavaScript для веб-картографування: Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL JS. Принципи ефективної візуалізації геоданих у веб-середовищі: тайли, вектор, стилі. Тайлові системи координат: TMS, WMTS, xyz-схема. Принципи роботи та інтерфейси WMS: GetCapabilities, GetMap, GetFeatureInfo, GetLegendGraphic. Картографічний дизайн в ІГД: читабельність, ієрархія, кольорова схема, шрифти. Принципи ефективної візуалізації геоданих: генералізація, залежність від масштабу, інтерактивність. Геопортали ІГД як веб-застосунки: функціональні вимоги, UX-дизайн, доступність. Відкритий доступ до просторових даних через веб-інтерфейси: ліцензії, умови використання. XML-технології у сервісах ІГД: XML, XSD, XSLT, XPath, XQuery. Поняття Linked Data та його застосування в геоінформаційному контексті. SPARQL-

запити до геопросторових онтологій. Стандарт GeoSPARQL для просторових запитів до Linked Data.

ТЕМА 14.

КАРТОГРАФІЧНІ СЕРВЕРИ ТА ЗАСОБИ ВЕБ-КАРТОГРАФУВАННЯ ГЕОПОРТАЛІВ ІГД

Картографічний сервер як ключовий компонент сервісної архітектури ІГД. Огляд картографічних серверів: GeoServer, MapServer, QGIS Server, ArcGIS Server. Архітектура GeoServer: workspace, store, layer, layer group, style. Публікація шарів у GeoServer: налаштування WMS, WFS, WCS. Стилзація шарів у GeoServer: SLD (Styled Layer Descriptor), YSLD, MapBox GL Style. Операції з інтерфейсами веб-картографічних сервісів: формування GET-запитів, параметри bbox, layers, styles, crs, width, height. Геопортал як веб-застосунок, що інтегрує картографічні сервіси та каталог метаданих. GeoNetwork opensource як платформа каталогу метаданих: функції, налаштування, OAI-PMH. Інтеграція GeoServer та GeoNetwork у єдину платформу ІГД. Плагін QGIS2Web: генерація веб-карт на основі Leaflet, OpenLayers та Mapbox. Налаштування попапів, фільтрів, пошуку та hover-ефектів у QGIS2Web. QGISCloud та GIS Cloud: публікація проекту та підключення як OGC-сервісу. Моніторинг та адміністрування картографічних серверів: журнали, продуктивність, кешування тайлів. Перспективи розвитку веб-картографування у контексті ІГД: 3D-візуалізація, цифрові двійники, ІІІ-асистовані геопортали.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ТА ВКАЗІВКИ ДО ЇХ ВИКОНАННЯ

ЗМІСТОВА ЧАСТИНА 1

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ІНТЕГРАЦІЯ РІЗНОРІДНИХ ДЖЕРЕЛ ВІДКРИТИХ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТА ЇХ ПЕРВИННА ОБРОБКА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГД ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

Мета: комплексне формування практичних навичок роботи з геоінформаційною системою QGIS, що охоплює повний цикл обробки просторових даних від створення бази даних формату GeoPackage та інтеграції різномірних джерел відкритих геоданих (зокрема державних кадастрів, глобальних баз природоохоронних територій та даних OpenStreetMap) до геоприв'язки растрових матеріалів, виконання оверлейного аналізу, обробки та збереження векторних шарів, а також їх картографічної візуалізації у межах єдиного ГІС-проекту.

Завдання для самостійної роботи:

1. Перейти на ресурс <https://qgis.org/download/> та оновити QGIS, завантаживши її актуальну версію.
2. Створити та зберегти новий проект QGIS, дати назву за власним прізвищем латиницею й номером практичної роботи через нижнє підкреслення (наприклад, Tsyhanok_1).
3. Створити нову базу GeoPackage із шарами (відкритий формат файлової бази даних, створений на основі СКБД SQLite) за допомогою меню «Шар» / «Створити шар» / «Створити GeoPackage шар», записати до неї шар полігональної геометрії під назвою 'protected_areas' у системі координат EPSG:32636.
4. Перейти на Портал відкритих даних <https://data.gov.ua/> та завантажити дані Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду у вигляді файлу .xlsx.
5. Створити нове з'єднання, під'єднавши у меню «Браузер» / «Векторні тайли» публічну кадастрову мапу України.
6. Перейти на ресурс <https://www.protectedplanet.net/en> та завантажити архів WDPA_WDOECM_Mar2026_Public_UKR, що містить найповнішу просторову базу даних природоохоронних територій України з векторними шарами контурів у форматі .gdb.
7. Встановити наступні плагіни за допомогою меню «Модулі» / «Управління модулями»:
 - QuickMapServices (додавання геосервісів та базової картографічної підложки, насамперед Google Maps, Google Satellite, OpenStreetMap);
 - QuickOSM (завантаження даних OpenStreetMap);

- OSM place search (пошук будь-яких об'єктів за назвою);
 - OSMinfo (детекція тегових конструкцій).
8. За допомогою плагіну QuickMapServices додати до робочої області проекту дві картографічні підложки: OSM Standard та ESRI Satellite.
 9. Перейти на ресурс <http://kyiv-landuse.com/content/proekt-generalnogo-planu-do-2025-r-2009-2020#4> та завантажити Аркуш 8. Озеленені ландшафтно-рекреаційні території з графічних матеріалів проекту Генплану Києва 2025 р. у форматі .jpeg.
 10. Отриманий файл завантажити у вікно програми QGIS у вигляді растрового зображення за допомогою модуля «Прив'язка растрів».
 11. Налаштувати параметри перетворення, зокрема тип перетворення (поліноміальний 1); метод інтерполяції (лінійна), цільову систему координат, папку для збереження цільового растру (ім'я шару – 'genplan', формат – .tiff), стиснення тощо.
 12. Інтерактивно визначити місцезположення опорних точок прив'язки за допомогою опції «З карти».
 13. Оцінити точність розстановки опорних точок у вікні «Таблиця контрольних точок» та відкоригувати їх місцезположення за необхідності.
 14. Зберегти опорні точки в окремий файл.
 15. Запустити процес трансформації за допомогою кнопки «Почати прив'язку».
 16. Визначити точність прив'язаного зображення шляхом його порівняння з доданими у проект картографічними підложками: за низької точності прив'язки повторити кроки 10-13, ретельніше розставивши опорні точки.
 17. Ознайомитися з роботою плагіна запитів QuickOSM та варіантами налаштування параметрів пошуку: Ключ; Значення; Геопросторові параметри; Геометрія тощо).
 18. За допомогою плагіну QuickOSM завантажити векторний шар даних з адміністративною межею міста Києва, використовуючи наступний ключ та значення: «admin_level=10». Видалити два шари з точковою та лінійною геометрією, залишивши тільки полігональний шар. Результат зберегти у базу даних з ім'ям шару 'districts' у системі координат EPSG:32636. Видалити попередній тимчасовий шар. Зберегти зміни у проєкті.
 19. За допомогою опції «Зробити дублікат» копіювати шар 'districts'. Зберегти копію як окремий шар із назвою 'boundary' у системі координат EPSG:32636, попередньо об'єднавши всі 10 об'єктів шару в один полігон за допомогою опції «Merge features».
 20. За допомогою плагіну QuickOSM завантажити векторний шар даних з контурами природоохоронних територій, використовуючи наступний ключ та значення: «boundary=national_park» AND «boundary=protected_area». Результат зберегти у базу даних з ім'ям шару 'OSM_PAs' у системі координат EPSG:32636.
 21. За допомогою функції оверлейного аналізу «Вектор» / «Геообробка» / «Обрізка» провести обрізку шару з контурами природоохоронних територій адміністративною межею міста Києва для видалення частини геометрії, що знаходиться за межами міста Києва та подальшого розрахунку атрибутивних показників в розрізі одиниць адміністративно-територіального районування. Результат зберегти як постійний шар у

базу даних protected_areas.gpkg. Видалити попередній тимчасовий шар. Зберегти зміни у проєкті.

22. За аналогією обрізати шар WDPA_WDOECM_Mar2026_Public_UKR.

23. Налаштувати логічний порядок відображення наявних у проєкті шарів, посунувши мишкою на перше місце шар 'boundary'.

24. Зберегти отримані шари полігональної геометрії у робочу папку проєкту (за допомогою функції Export), видаливши всі тимчасові шари даних (обов'язково зазначити при збереженні формат вихідного файлу; повний шлях до файлу, включаючи назву та розширення; систему координат).

25. Підібрати оптимальний стиль візуалізації відповідно до вказаного у варіанті індивідуального варіанту значення та символіку елементів управління (звичайний знак; категоріальний знак; градуваний знак). Зокрема, для шарів з контурами природоохоронних об'єктів змінити колір полігонів на зелений, товщину лінії обведення встановити як 0,1.

26. Увімкнути відображення підписів, налаштувати їх відповідно до вказаного у варіанті значення (значення, стиль тексту; форматування; буфер; маску; тінь; розміщення; режим уникнення перешкод; видимість залежно від масштабу, підпис багаточастинних об'єктів тощо).

27. Усі зміни зберегти до файлу проєкту з розширенням .qgs, натиснувши на відповідну кнопку панелі управління або гарячу комбінацію клавіш Ctrl+S.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична_робота_1» завантажено один файл проєкту .qgs. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_protected_areas_Kyiv).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. ПРОЕКТУВАННЯ АТРИБУТИВНОЇ СТРУКТУРИ ТА НАПОВНЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГД ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

Мета: формування практичних навичок створення та наповнення атрибутивної структури просторових даних у середовищі QGIS, зокрема структури атрибутивної таблиці, налаштування форм введення даних (віджетів), інтеграції даних із різних джерел (державні кадастри, відкриті геодані, картографічні матеріали), забезпечення топологічної коректності геометрій, а також виконання розрахунків просторових і статистичних показників територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Завдання для самостійної роботи:

1. У робоче середовище QGIS завантажити проект із виконаними завданнями в межах практичної роботи № 1.
2. Для шару 'protected_areas' створити наступні поля:

Назва поля	Назва поля в базі даних	Тип даних	Примітка
Унікальний ідентифікатор (Feature ID)	fid	integer	Автоматично створюється для впорядкування даних, забезпечує швидкий доступ до об'єктів та запобігає дублюванню даних
Кадастровий номер об'єкта ПЗФ	cadastral_number	integer	Набуває значень від 1 до 242. Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Назва об'єкта ПЗФ	name	text	Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Рівень статусу об'єкта ПЗФ	status	text	Набуває двох значень: загальнодержавного та місцевого. Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Категорія об'єкта ПЗФ	category	text	Набуває восьми значень: національний природний парк, заказник, пам'ятка природи, ботанічний сад, дендрологічний парк, зоопарк, парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва, регіональний ландшафтний парк. Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Тип об'єкта ПЗФ	type	text	Набуває восьми значень: ботанічний, лісовий, іхтіологічно-ботанічний, ландшафтний, загальнозоологічний,

			гідрологічний, комплексний, зоологічний. Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Площа об'єкта ПЗФ, га	area_gis	real	Розраховується за допомогою калькулятора поля
Кадастрове значення площі об'єкта ПЗФ, га	area_cadastral	real	Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Відхилення від площі, абсолютне значення, га	area_deviation_absolute	real	Розраховується за допомогою калькулятора поля
Відхилення від площі, відносне значення, %	area_deviation_relative	real	Розраховується за допомогою калькулятора поля
Адміністративне розташування та місцезнаходження об'єкта ПЗФ (район, сільрада, територіальна громада, село, лісгосп, лісництво, квартали та виділи)	location	text	Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Назва підприємства, організації, установи - землекористувача (землевласника) у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	land_user	text	Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Рішення, згідно з якими створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ, змінено його площу тощо	basis	text	Заповнюється з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду

3. Налаштувати наступні віджети шару 'protected_areas' за допомогою меню «Властивості» / «Форми атрибутів» для таких полів:

Назва поля в базі даних	Тип віджета	Значення та опис
status	Value Map	1 — загальнодержавного значення; 2 — місцевого значення.
category	Value Map	1 — національний природний парк; 2 — заказник; 3 — пам'ятка природи; 4 — ботанічний сад; 5 — дендрологічний парк; 6 — зоопарк; 7 — парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва; 8 — регіональний ландшафтний парк.
type	Value Map	1 — ботанічний;

		2 — лісовий; 3 — іхтіологічно-ботанічний; 4 — ландшафтний; 5 — загальнозоологічний; 6 — гідрологічний; 7 — комплексний; 8 — зоологічний.
--	--	--

4. Наповнити шар 'protected_areas' контурами територій та об'єктів природно-заповідного фонду, беручи за основу дані Державного кадастру, Публічної кадастрової мапи, відкриті дані OSM та WDPA, а також креслення та викопіювання з рішень Київської Міської Ради про створення (оголошення) природоохоронних територій (ресурс <https://kmr.gov.ua/uk>). Усі віджети мають бути заповнені.

5. Для наповненого шару виконати перевірку на наявність геометричних помилок за допомогою функції «Toolbox» / «Векторна геометрія» / «Check Validity (Перевірка коректності)».

6. Увімкнути опцію прилипання за допомогою меню «Налаштування» / «Параметри» / «Оцифровка» / «Прилипання», активувати режим прилипання vertex (до вузла), режим Topological Editing (топологічне редагування) та режим Snapping on Intersection (прилипання до перетинів); задати необхідний поріг прилипання та радіус пошуку.

7. Використовуючи будь-які доступні інформаційні джерела, додати пропущені контури територій та об'єктів природно-заповідного фонду, уникаючи перетину полігонів.

8. Виконати перевірку на наявність дублікатів геометрій за допомогою «Processing» / «Delete duplicate geometries».

9. За допомогою калькулятора поля розрахувати статистичні величини для наповнення таблиці атрибутів шару 'protected_areas', зокрема area_gis за формулою $\text{area}/10000$; area_deviation_absolute за формулою $\text{area_gis} - \text{area_cadastral}$; area_deviation_relative за формулою $(\text{area_deviation_absolute} / \text{area_cadastral}) * 100$. Результат округлити до двох знаків після коми за допомогою калькулятора поля та наступної формули: round (area_deviation_relative, 2).

10. Усі зміни зберегти до файлу проекту з розширенням .qgs, натиснувши на відповідну кнопку панелі управління або гарячу комбінацію клавіш Ctrl+S.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична робота_2» завантажено один файл бази даних .gpkg. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_protected_areas).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. ФОРМУВАННЯ МЕТАДАНИХ, ГАРМОНІЗАЦІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ НАБОРУ ГЕОДАНИХ

Мета: сформувати практичні навички забезпечення інтерооперабельності геопросторових даних, опанування методів уніфікації геометрії, атрибутивної структури та систем координат, оцінювання якості геоданих, створення та заповнення метаданих відповідно до міжнародних стандартів, а також оптимізації роботи з просторовими даними шляхом побудови просторових індексів.

Завдання для самостійної роботи:

1. У робоче середовище QGIS завантажити проект із виконаними завданнями в межах практичної роботи № 2.
2. Виконати узгодження геометрії, семантики та кодувань шляхом уніфікації систем координат, структури атрибутів і топології шару 'protected_areas'.
3. За допомогою функції «Вектор» / «Геообробка» / «Intersection» переконатися у відсутності артефактів та самоперетину полігонів у шарі 'protected_areas'.
4. Здійснити оцінювання якості геоданих шару 'protected_areas' за такими критеріями, як повнота, точність, актуальність, узгодженість, достовірність тощо.
5. Заповнити усі обов'язкові поля метаданих за допомогою «Властивості» / «Метадані»:
 - Identification (базові атрибути набору геоданих, зокрема parent identifier; title; type; language; abstract);
 - Categories (обрати самостійно з низки представлених);
 - Keywords (задати самостійно, виходячи із тематики дослідження);
 - Access (зокрема fees; licenses; rights; constraints);
 - Extent (зокрема і CRS);
 - Contact;
 - Links;
 - History (зокрема і key dates);
 - Validation.
6. Здійснити експорт у робочу папку проекту у форматі .qmd, а також у форматі .xml, визначеному стандартом ISO 19139 (назва файлу 'metadata_protected_areas').
7. Для оптимізації та пришвидшення виконання запитів створити просторові індекси для кожного з шарів бази даних («Властивості» / «Джерела» / «Створити просторовий індекс»).
8. Усі зміни зберегти до файлу проекту з розширенням .qgs, натиснувши на відповідну кнопку панелі управління або гарячу комбінацію клавіш Ctrl+S.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична_робота_3» завантажено файл .gprkg. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_SDI).

ЗМІСТОВА ЧАСТИНА 2

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. ГЕОСТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ. ПОБУДОВА КАРТОДІАГРАМ. ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЙ КАЛЬКУЛЯТОРА ПОЛЯ.

Мета: Сформувані поглиблені навички тематичного просторового аналізу у середовищі QGIS, інтеграції статистичних даних, а також застосування методів геообробки, агрегації, класифікації та картографічної візуалізації для аналізу територіальної організації природоохоронних територій.

Завдання для самостійної роботи:

1. У робоче середовище QGIS завантажити проект із виконаними завданнями в межах практичної роботи № 3.
2. Розрахувати коефіцієнти заповідності адміністративних районів міста Києва як частку від ділення площі заповідних ділянок кожного району на його загальну площу: за допомогою функції оверлейного аналізу «Вектор» / «Геообробка» / «Intersection» виконати перетин шару 'protected_areas' з шаром 'districts'. Результат зберегти як тимчасовий шар 'intersection'.
3. Здійснити перерахунок площі природоохоронних територій у шарі 'intersection' у зв'язку з тим, що частина полігонів були розрізані векторною межею адміністративних районів столиці: для цього необхідно за допомогою калькулятора поля оновити поле area_gis, за одиниці вимірювання залишити гектари.
4. Виконати об'єднання полігонів тимчасового шару 'intersection' зі спільними значеннями атрибутів за допомогою функції «Вектор» / «Геообробка» / «Dissolve»: у якості полів, за якими необхідно виконати операцію, обрати districts_name та status. Результат зберегти як тимчасовий шар 'dissolved'.
5. Здійснити перерахунок площі природоохоронних територій у шарі 'dissolved': для цього необхідно за допомогою калькулятора поля оновити поле area_gis, за одиниці вимірювання залишити гектари.
6. Розрахувати площі природоохоронних територій в розрізі адміністративно-територіальних одиниць міста Києва з різним статусом (загальнодержавного та місцевого значення): для цього до таблиці атрибутів тимчасового шару 'dissolved' додати два поля з назвами 1 та 2 відповідно. Значення заповнити за допомогою калькулятора поля та умовного виразу:
CASE
WHEN "status" IS '1'
THEN "area_gis"
END
7. Отримавши значення площі природоохоронних територій загальнодержавного значення для кожного адміністративного району столиці, повторити дії кроку 6 для територій місцевого значення (WHEN "status" IS '2').

8. Згорнути атрибутивну таблицю тимчасового шару 'dissolved' за допомогою функції «Toolbox» / «Векторна геометрія» / «Aggregate»: в якості вихідного шару обрати 'dissolved', параметр Group by expression обрати як districts_name, встановити наступні Aggregate Functions:

fid=first value

districts_name=first value

1=sum

2=sum

9. Утворити зв'язок між двома шарами 'dissolved' та 'districts' за допомогою опції «Властивості» / «Об'єднує (зв'язок)», задавши наступні параметри: шар, що приєднується; ключові поля; поля, що приєднуються; користувальницький префікс.

10. За допомогою калькулятора поля розрахувати загальну площу адміністративних районів столиці у гектарах (новоутворене поле districts_area) за допомогою виразу \$area/10000.

11. Маючи три значення (загальна площа адміністративного району, площа природоохоронних територій загальнодержавного значення та площа природоохоронних територій місцевого значення), розрахувати за допомогою калькулятора поля площі територій адміністративних районів, що не мають природоохоронного статусу (новоутворене поле по_pzf_area) за наступною формулою: districts_area – state_area – local_area.

12. За допомогою калькулятора поля розрахувати площі природоохоронних територій в розрізі адміністративних районів столиці (новоутворене поле total_pzf_area) за наступною формулою: state_area + local_area. Додатково виразити значення у км², помноживши на 100.

13. Розрахувати ступінь заповідності адміністративних районів міста Києва як частку площі природоохоронних територій від загальної площі району за допомогою калькулятора поля (новоутворене поле pzf_rate) за наступною формулою: (total_pzf_area / districts_area)*100. Результат округлити до цілого числа за допомогою функції калькулятора поля: round (pzf_rate, 0).

14. Виконати перекласифікацію шару 'districts', змінивши у вкладці «Властивості» / «Символіка» стиль знаку із звичайного на градуйований із вибором параметру розрахунку pzf_rate. Самостійно підібрати кольорову палітру, кількість класів, встановити режим групування (mode) як Природні розломи (Jenks) – оптимальний алгоритм групування для поточної задачі. Натиснути кнопку «Застосувати».

15. Побудувати картодіаграми часток природоохоронних територій, які мають загальнодержавне значення, місцеве значення, а також тих, що позбавлені вказаного юридичного статусу: відкрити «Властивості» / «Діаграми», увімкнути опцію «Enable diagrams». У верхньому випадаючому списку замість «No Diagrams» обрати «Кругова діаграма (Pie chart)». Подвійним кліком лівої кнопки мишки означити три поля, які будуть використані при побудові кругових діаграм (total_pzf_area, state_area, local_area). Решту налаштувань (колір, розмір, формат підпису, розташування тощо) обрати самостійно.

16. Налаштувати підписи у меню «Властивості» / «Підписи» / «Single labels», використавши наступний вираз: `concat ("total_pzf_area",' км²', '\n(' , "pzf_rate", '%'))`.
17. Укласти макет друку, почергово додавши та компактно розташували основні елементи компоновки карти (назву, картографічне зображення; легенду, масштабну лінійку, градусну сітку, вказівник півночі, карту-врізку; додаткові зображення; таблицю атрибутів; елементи зрамкового оформлення тощо).
18. Вимкнути автооновлення елементів легенди та заблокувати шари до можливих змін, за необхідності виключити з експорту необхідні елементи картографічного зображення.
19. Експортувати зображення у форматі .png із розрізненістю 450 dpi.
20. Повторити кроки 4-19 для поля category природоохоронних територій.
21. Доповнити базу даних шару 'districts' демографічними показниками, а саме – чисельністю населення в розрізі адміністративних районів міста Києва (новоутворене поле population). В якості джерела даних використати ресурс Головного управління статистики у місті Києві – <http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1123&lang=1>.
22. За допомогою калькулятора поля розрахувати забезпеченість населення зеленими насадженнями природоохоронних територій в розрізі адміністративних районів міста Києва як частку від ділення площі об'єктів і територій природно-заповідного фонду району на чисельність його населення (представити в м² на особу) за наступною формулою (новоутворене поле provision): $(total_pzf_area * 10000) / population$. Результат округлити до одного знаку після коми за допомогою функції калькулятора поля: `round (provision, 1)`.
23. Розрахувати окремі статистичні показники в розрізі шару природоохоронних територій (загальна площа, середній коефіцієнт заповідності, мінімальні та максимальні значення, середньоквадратичні відхилення тощо) за допомогою наступної функції: «Вектор» / «Інструменти аналізу» / «Базова статистика полів».
24. Встановити плагін Group Stats за допомогою меню «Модулі» / «Управління модулями» для побудови півної (зведеної) таблиці. Це дозволить згрупувати дані шару 'intersection' за низкою атрибутів та провести необхідні статистичні розрахунки.
25. У Rows (Рядки) перетягти поле name (з назвами адміністративних районів), а у Columns (Стовпці) — поля category, status, type. У Values (Значення) перетягти sum та area_gis (для підрахунку площ), а також cadastral_number та count (unique) (для підрахунку кількості унікальних об'єктів). Обидва результати зберегти як файли .csv.
26. Усі зміни зберегти до файлу проекту з розширенням .qgs, натиснувши на відповідну кнопку панелі управління або гарячу комбінацію клавіш Ctrl+S.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична робота_4» завантажено два графічні файли .png з макетами друку, а також файл .gprkd з базою даних. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_status_pzf).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ДОСТУПНОСТІ МІСЬКИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ

Мета: сформувати практичні навички аналізу просторової доступності у програмному середовищі QGIS, зокрема опанування методів побудови буферних зон як спрощеної моделі доступності, виконання мережевого аналізу та побудови ізохрон пішохідно-часової доступності із використанням спеціалізованих плагінів, а також порівняння різних підходів до моделювання доступності з подальшою картографічною візуалізацією результатів.

Завдання для самостійної роботи:

1. У робоче середовище QGIS завантажити проект із виконаними завданнями в межах практичної роботи № 4.
2. Для шару 'protected_areas' по чергово побудувати два буфери з кроком 300 м за допомогою функції «Вектор» / «Геообробка» / «Буфер» (увімкнути опцію «Dissolve» у робочому вікні інструмента).
3. Обрізати утворені шари адміністративною межею міста Києва за допомогою операції векторного оверлею «Вектор» / «Геообробка» / «Обрізка».
4. За допомогою плагіну QuickOSM завантажити векторний шар даних з водоймами міста Києва, використовуючи наступний ключ та значення: «natural=water». Видалити два шари з точковою та лінійною геометрією, залишивши тільки полігональний шар. Результат зберегти у базу даних з ім'ям шару 'water' у системі координат EPSG:32636. Видалити попередній тимчасовий шар. Зберегти зміни у проєкті.
5. За допомогою операції векторного оверлею «Вектор» / «Геообробка» / «Різниця» вирізати по чергово полігони водних об'єктів з полігонів буферних зон, а також полігони буферні зони меншого порядку (300 м, 600 м та понад 600 м) з полігонів буферних зон більшого порядку для уникнення топологічного перекриття об'єктів полігональної геометрії. Три результуючі шари зберегти до бази даних як постійні із назвами 'buffer_300', 'buffer_600' та 'buffer_over_600'.
6. За допомогою калькулятора поля розрахувати площі територій, які потрапляють до вказаних буферних зон, та, відповідно, частки їх площі від загальної площі міста Києва.
7. З хмарного диска навчальної дисципліни завантажити файл точкової геометрії, що містить як атрибутивні значення кількості домогосподарств в розрізі житлових будинків столиці.
8. За допомогою функції «Вектор» / «Інструменти аналізу» / «Count points in Polygon» обрахувати кількість домогосподарств, які мешкають в зоні 500 м доступності зелених насаджень природоохоронних зон, в зоні 1000 м доступності та поза зоною 1000 м доступності (обрані значення характеризують анізотропність міського середовища, і тому спрощена модель 300 м доступності передбачає необхідність подолати приблизно 500 м з урахуванням наявності пішохідних переходів,

світлофорних груп, уникнення перешкод тощо). Використати значення кількості домогосподарств як ваговий коефіцієнт у робочому вікні інструмента.

9. Для виконання базового мережевого аналізу перейти на ресурс <https://account.heigit.org/login> та створити обліковий запис, а також безкоштовний Api Key.

10. Встановити плагін ORS Tools за допомогою меню «Модулі» / «Управління модулями», вказавши реєстраційні дані (логін, пароль та Api Key).

11. За допомогою функції «Toolbox» / «ORS Tools» / «Isochron From Layer» побудувати ізохрони доступні для шару 'protected_areas', вказавши 10 хв та 20 хв значення ізохрони (відповідно 500 м та 1000 м).

12. Повторити розрахункові дії, виконані на кроці 8.

13. Результати порівняти із буферними зонами, отриманими на кроці 5. Укласти два макети друку, оформити відповідно до вимог, описаних в кроках 17-19 Практичної роботи № 4.

14. Усі зміни зберегти до файлу проекту з розширенням .qgs, натиснувши на відповідну кнопку панелі управління або гарячу комбінацію клавіш Ctrl+S.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична_робота_5» завантажено два графічні файли .png з макетами друку. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_green_Kyiv).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. ОСНОВИ ВЕБ-КАРТОГРАФІЇ, ОНЛАЙН-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГЕОДАНИХ ТА ПУБЛІКАЦІЯ ГІС-ПРОЕКТУ У ХМАРНЕ ВЕБ-СЕРЕДОВИЩЕ

Мета: сформувати практичні навички веб-публікації геопросторових даних, зокрема експорту векторних шарів у веб-формати, створення інтерактивних карт у середовищах Google My Maps, Google Earth Pro та хмарних ГІС-платформах, а також опанування інструментів публікації та поширення картографічних матеріалів через веб-сервіси (WMS/WFS/WCS) і генерації веб-карт із використанням плагіну QGIS2Web.

Завдання для самостійної роботи:

1. У робоче середовище QGIS завантажити проект із виконаними завданнями в межах практичної роботи № 5.
2. Для створення веб-публікації на ресурсі <https://mymaps.google.com/> зберегти потрібні для вивантаження векторні шари даних у форматі .kml за допомогою опції «Експорт» / «Зберегти об'єкти як...».
3. Авторизуватися у сервісі Google My Maps за допомогою облікового запису Google, натиснути кнопку «Створити карту».
4. Налаштувати назву, опис, обрати бажаний стиль карти-підложки. За допомогою кнопки «Імпорт» додати підготовлені на кроці 2 шари даних. Налаштувати індивідуальні або уніфіковані стилі для кожного шару. За потреби модифікувати стиль за стовпцем даних.
5. Створити постійний лінк для шерінгу матеріалів, налаштувати особливості режиму доступу до об'єкту, який буде зберігатися на Google диску.
6. Перейти на ресурс <https://www.google.com/intl/uk/earth/about/versions/#earth-pro> та виконати інсталяцію програмного забезпечення Google Планета Земля Про. Запустити програму та додати збережені на кроці 2 векторні шари формату .kml у робоче вікно Google Планета Земля Про.
7. Перейти на ресурс <https://qgiscloud.com/>, зареєструвати обліковий запис та встановити плагін QGISCloud. Безкоштовна версія дозволяє вивантажити безлімітну кількість карт для некомерційного (неурядового) використання, а також надає 50 МБ для зберігання бази даних.
8. Запустити плагін QGISCloud, авторизуватися, створити нову базу даних за допомогою кнопки «Create», вказати назви таблиць для вивантаження на сервер QGISCloud, натиснути кнопку «Upload Data».
9. На вкладці «Maps» натиснути кнопку «Publish Map», дочекатися завершення процесу опублікування та зберегти лінк на мапу, доступну в інтернет-мережі. Підключити її як WMS/WFS/WCS-сервіси безпосередньо до QGIS.
10. Перейти на ресурс <https://www.giscloud.com/>, зареєструвати обліковий запис та встановити плагін GIS Cloud Publisher. Запустити плагін, авторизуватися.
11. Натиснути кнопку «Publish as new map», обрати необхідні для вивантаження шари, натиснути кнопку «Publish map to GIS Cloud».

12. На останньому кроці задати бажане ім'я для бази даних, а також виконати налаштування приватності. Переконалися у правильності дій за допомогою перегляду результату (кнопка «Open map in GIS Cloud»). Ознайомитися з інтерфейсом веб-переглядача та вбудованими інструментами аналізу.
13. Встановити плагін QGIS2Web, запустити та натиснути кнопку «Create web map», самостійно обрати провайдера за бажанням (Mapbox, Leaflet, OpenLayers).
14. Виконати налаштування першої панелі «Layers and Groups», обравши опції «Popups fields» та «Cluster» (для точкового шару).
15. Виконати налаштування другої панелі «Appearance», обравши опції «Add address search», «Highlight on hover», «Show popups on hover», «Measure tool», «Template», «Extent» та вказавши значення «Min Max zoom level».
16. Виконати налаштування третьої панелі «Export», обравши папку для збереження проекту.
17. Налаштування четвертої панелі «Settings» залишити за замовчуванням.
18. Натиснути кнопку «Export», віднайти у папці (крок 16) та запустити веб-сторінку index.html. Переконалися у належній роботі інтерактивних елементів, таких як фільтрація та перемикання шарів, «hover-ефекти» тощо.

Результат виконаних завдань: у власну папку гугл-диску «Практична_робота_6» завантажено створену за допомогою плагіну QGIS2Web папку з проектом. Назва файлу повинна включати прізвище здобувача освіти (латиницею) та опис вмісту, що дозволяє ідентифікувати зміст без необхідності відкриття файлу (наприклад, Tsyhanok_pzf_project).

ПИТАННЯ ДО СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

1. ІГД як основа сучасного управління геопросторовими даними
2. Геопросторовий аналіз як основа сучасної географії
3. Геоінформаційні структури та моделі даних
4. Роль ІГД у вирішенні проблем фрагментації геоданих
5. Стандартизація як фундамент функціонування ІГД
6. ІГД у контексті відкритих даних
7. Компонентна структура ІГД (дані, сервіси, політики, технології)
8. Рівні ІГД та їх взаємодія
9. Інтероперабельність як ключовий принцип ІГД
10. Централізовані та децентралізовані моделі ІГД
11. Вимоги до ІГД
12. Рівні ІГД
13. Базові (core) геопросторові дані
14. Якість геопросторових даних в ІГД
15. Інтеграція різнорідних джерел геоданих
16. Оцінювання повноти та придатності даних
17. Метадані як основа функціонування ІГД
18. Рівні та стандарти метаданих
19. Метадані у життєвому циклі геоданих
20. Типові помилки при створенні метаданих
21. Оцінювання якості метаданих
22. Автоматизація створення метаданих
23. UML як інструмент моделювання геоданих
24. Geography Markup Language (GML)
25. Формати обміну геопросторовими даними
26. Вибір стандартів для геоінформаційних проєктів
27. Каталогі геопросторових даних
28. Функції серверів каталогів
29. Catalogue Service (CSW)
30. Проблеми функціонування розподілених каталогів
31. Web Mapping в ІГД
32. Принципи роботи та інтерфейси WMS
33. Принципи ефективної візуалізації геоданих
34. Картографічний дизайн у ІГД
35. Відкритий доступ до геопросторових даних
36. Сховища геопросторових даних (data warehouse)
37. Web Feature Service (WFS)
38. Web Coverage Service (WCS)

- 39.Стандарти OGC для доступу до даних
- 40.Безпека геопросторових даних
- 41.XML-технології у сервісах
- 42.Інтеграція сервісів ІГД
- 43.Інституційні учасники ІГД
- 44.Моделі управління ІГД
- 45.Фінансування ІГД
- 46.Бар'єри впровадження ІГД
- 47.Глобальна інфраструктура геопросторових даних (GSDI)
- 48.Міжнародний досвід розвитку ІГД
- 49.Директива INSPIRE
- 50.Розвиток національної ІГД в Україні

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. GSDI Association. (2012). *Spatial data infrastructure cookbook: Manual*. <http://www.gsdi.org/index.php/55-capacity-building/sdi-cookbooks.html>
2. Самойленко, В. М. (2010). *Географічні інформаційні системи та технології: Підручник*. Ніка-Центр.
3. Samoilenko, V. M., & Dibrova, I. O. (2021). *Training-methodical complex on the academic discipline "Spatial data infrastructures" (electronic version)*. LLC "DIA". https://drive.google.com/file/d/1HZVsTwLvn52S46New_eo0r_zt1ottvf/view
4. Samoilenko, V. M. (2020). *The academic discipline "Spatial data infrastructures"*. Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geographic Department. <https://geo.univ.org.ua>
5. Yeung, A. K. W., & Hall, B. G. (2007). *Spatial database systems: Design, implementation and project management*. Springer.
6. Masser, I. (Ed.). (2019). *Geographic information systems to spatial data infrastructures: A global perspective*. CRC Press.
7. Williamson, I., Rajabifard, A., & Feeney, M. F. (2018). *Developing spatial data infrastructures: From concept to reality*. CRC Press.
8. Samoilenko, V. M., Datsenko, L. M., & Dibrova, I. O. (2015). *GIS designing: Textbook (in English and Ukrainian)*. SE "Print Service".
9. Пасічник, В. В., & Резніченко, В. А. (2006). *Організація баз даних та знань*. Видавнича група BHV.
10. Havrylenko, O., **Tsyhanok, Y.**, Shyshchenko, P., Samoilenko, V., & Bilous, L. (2021). Geoinformation support for urban green space planning in the conditions of climate change (by the case of Kyiv). *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects – Proceedings of the XX International Conference*, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521007>
11. Sorokina, L., & **Tsyhanok, Y.** (2024). Analysis of the land cover structure dynamics of landscapes in the Chernobyl nuclear power plant exclusion zone (methodical aspect). *Proceedings of the International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2024"*, 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2024510084>
12. Verkhovna Rada of Ukraine. (2020). *The Law of Ukraine "On National Geospatial Data Infrastructure"* (No. 554-IX). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>
13. Міхно, О. Г., & Патракеєв, І. М. (2020). *Прикладні геоінформаційні системи: Навчальний посібник*. КНУ імені Тараса Шевченка.
14. European Commission. (n.d.). *INSPIRE geoportal*. <http://www.inspire-geoportal.eu/>
15. Карпінський, Ю. О., Лященко, А. А., & Лазоренко-Гевель, Н. Ю. (2021). *Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації: Навчальний посібник*. КНУБА. https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf
16. International Organization for Standardization. (n.d.). *Geographic information standards (ISO 19100 series)*. <https://www.iso.org/search.html?q=19100>

17. Козлова, Т. В., & Шевченко, С. О. (2013). *ГИС в кадастровых системах*. НАУдрук.
18. Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., & Nunes de Lima, M. (2012). *A conceptual model for developing interoperability specifications in spatial data infrastructures*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/21003>

Електронне видання

ЦИГАНОК Євген Юрійович

Підписано у світ 01.06.2026

ФОП Цибульська В.О.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 6562 від 03.01.2019

ISBN 978-617-8324-80-3



9 786178 324803