

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

Допускається до захисту

“ _____ ” _____ 2025 р.

Завідувач кафедри: _____

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»

**«РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ
ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА ОСНОВНИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав – студент групи 41-зм освітньої
програми «Геодезія та землеустрій»,
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
Савлук Микола Миколайович

Науковий керівник – к. екон. н., доцент
Боровик П. М.

Умань 2025

Уманський національний університет

Кафедра

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

геодезії, картографії і кадастру

Завідувач кафедри _____Ю.О. Кисельов

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу освітнього рівня «Бакалавр»

студентові групи 41-зм _____ М. М. Савлуку

(підпис)

(ініціали, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ «РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ОСНОВНИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

затверджена наказом по університету №__ від “__” _____р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи:

матеріали щодо процесів яроутворення на різних типів ґрунтів Українського степу.

4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів):

1. Фізико-географічна характеристика території дослідження
2. Розробка ГІС-моніторингу водних об'єктів і гідротехнічних споруд Одеської області
 - 2.1. Система моніторингу водних ресурсів в Одеському регіоні
 - 2.2. Розробка структури бази геоданих
 - 2.3. Опис ГІС-проєкту
3. Розробка надбудов Python для ГІС-проєкту
 - 3.1. Публікація і установка надбудов Python
 - 3.2. Створення надбудови Python
 - 3.3. Розробка надбудови Python Street View

5. Дата видачі завдання “_____” _____ р.

Керівник _____ к. екон. н., доц. П. М. Боровик

Завдання прийняв до виконання “_____” _____ р.

Студент _____.

(підпис)

Реферат

РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ОСНОВНИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Савлук Микола Миколайович – Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр». Кафедра геодезії, картографії і кадастру. Умань, Уманський НУ, 2025. 31 с. текст. част., 11 рис., 2 табл., 22 джерела.

Об'єктом роботи є водні об'єкти та основні гідротехнічні споруди Одеської області.

Предметом роботи є методика створення ГІС водних об'єктів та основних гідротехнічних споруд Одеської області.

Мета – створення геоінформаційної системи моніторингу водних об'єктів та основних гідротехнічних споруд Одеської області.

Кваліфікаційна робота передбачає етапи вирішення наступних **завдань**:

- розроблення ГІС-моніторингу водних об'єктів та гідротехнічних споруд Одеської області;
- створення програмного комплексу з метою забезпечення оперативної роботи відповідних спеціалістів відділів та служб в галузі управління гідротехнічними спорудами регіону;
- сприяння підвищенню ефективності управління водним господарством Одеської області.

Актуальність роботи полягає в необхідності розробки ГІС-моніторингу водних об'єктів та основних гідротехнічних споруд Одеської області, що сприятиме підвищенню ефективності управління водним господарством Одещини.

Ключові слова: просторові дані, геоінформаційна система, моніторинг водних об'єктів, ГІС-додаток, скрипт.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 Фізико-географічна характеристика території дослідження.....	7
2 Розробка ГІС-моніторингу водних об'єктів і гідротехнічних споруд	
Одеської області	12
2.1 Система моніторингу водних ресурсів в Одеському регіоні	12
2.2 Розробка структури бази геоданих	13
2.3. Опис ГІС-проєкту	15
3. Розробка надбудов Python для ГІС-проєкту	19
3.1 Публікація і установка надбудов Python.....	19
3.2 Створення надбудови Python.....	21
3.3 Розробка надбудови Python Street View.....	26
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30

ВСТУП

З метою розв'язання багатьох практичних завдань в сфері проектування та будівництва різних гідроспоруд, для оцінювання й раціонального використання водних ресурсів окремих територій, із метою здійснення моніторингу екостану річкових басейнів важливо мати якнайповнішу інформацію про гідрологічні характеристики й режими наявних у межах досліджуваної території водних об'єктів. Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки й цифрових технологій тепер дає змогу одержувати потрібні параметри за допомогою ГІС-технологій.

Застосування ГІС дає можливість інтегрувати наявні в різних джерелах відомості про об'єкти, оформляти її у вигляді тематичних мап. Аналітичні засоби ГІС уможливають використання статистичних методів оброблення числових даних і картографічні методів. Вагомою перевагою ГІС порівняно з традиційними мапами є можливість візуалізації різноманітних даних про природні ресурси у вигляді графічного й табличного матеріалу. ГІС дають можливість формувати шари з різноманітними характеристиками й сполучати різнорідну інформацію залежно від характеру управлінського завдання, що його потрібно розв'язати. ГІС сполучає й відображає найрізноманітнішу інформацію в поєднанні з високою швидкістю виготовлення продукту.

Метою нашої кваліфікаційної роботи є формування ГІС моніторингу водних об'єктів і основних гідротехнічних споруд Одеської області.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

Територія Одеської області розташована на півдні – південному заході України. Зазначений регіон є прикордонним, він межує з Румунією та Республікою Молдова. Крім того, суміжними щодо Одещини є Вінницька, Кіровоградська та Миколаївська області. З півдня територія області омивається водами Чорного моря (рис. 1.1). В акваторії Чорного моря розташований острів Зміїний, що входить до складу Одеської області.



Рис. 1.1. Фізична картосхема Одеської області

Територія Одещини розташована в межах таких тектонічних структур. Крайня північ регіону приурочена до Волинсько-Подільської плити, більша

частина (центр і схід) знаходиться в межах Причорноморської западини (Української синеклізи), південно-західна частина розміщена на структурах Скіфської плити, Переддобруджинської западини та горсту Добруджі. Відклади в межах Одеської області представлені породами різних систем фанерозою, на денну поверхню виходять переважно неогенові утворення.

Серед мінеральних ресурсів, приурочених до Одещини, провідна роль належить нафті та природному газу Причорноморсько-Кримської нафтогазоносної провінції. Станом на цей день лише частина її родовищ розташована в межах контрольованої Україною чорноморської акваторії. На суходолі корисні копалини представлені переважно різними будівельними матеріалами осадового походження.

Рельєф території Одеської області досить добре виражає тектонічні структури, що лежать в основі території. Зокрема, частині Волино-Подільської плити, приуроченій до Одещини, відповідають південно-східні відроги Подільської височини. Зазначена морфоструктура являє собою горбисто-хвилясту рівнину, розчленовану річковими долинами, балками та ярами. Абсолютні висоти подекуди сягають 200 м. Генетично Подільська височина є акумулятивно-денудаційною рівниною, в розвитку якої вагому роль відіграли як процеси акумуляції (в порівняно недалекому геологічному минулому територію затоплювало море), так і денудації в межах уже сформованих височинних масивів. У відношенні до тектонічної будови території Подільська височина є оберненою (інверсійною) морфоструктурою.

Причорноморська низовина, яка простягається довгою й широкою смугою вздовж морського узбережжя, чітко виражає в рельєфі Причорноморську западину. Абсолютні висоти в її межах становлять пересічно 50 – 100 м. В умовах досить посушливого клімату Причорноморська низовина сформувалася як пласка рівнина, де ерозійні процеси майже не виражені. В генетичному відношенні характеризується морфоструктура є типовою морською акумулятивною рівниною, розвиток якої розпочався лише в неогені; до того

часу вона являла собою частину акваторії давнього океану Тетис. Характер співвідношення морфоструктури з тектонічною структурою чітко вказує на прямий рельєф.

Морфологічно Причорноморська низовина простягається й на захід від Дністра та відображає в рельєфі також тектонічні структури дунайсько-дністерського межиріччя – частину Скіфської плити, Переддобруджинську западину й горст Добруджі. Співвідношення морфоструктури з тектонічними структурами в цьому фрагменті території є складнішим. Зокрема, виражаючи в рельєфі Переддобруджинську западину, Причорноморська низовина є оберненою, а щодо горсту Добруджі – прямою морфоструктурою.

Морфоскульптурний рельєф Одеської області представлений флювіальними формами, переважно річковими долинами великих і середніх річок, витoki яких розташовані в межах більш зволжених територій, – Дунаю, Дністра, Савранки та ін. Річки, що повністю течуть у степовій зоні (Чичиклія та ін.), сезонно пересихають. Для дунайсько-дністерського межиріччя характерні озерні коловини. Степовому півдню Одещини властиві також еолові форми. На морському узбережжі розвинулися форми берегового рельєфу (дельти, лимани, пересипи тощо).

Клімат Одеської області помірно континентальний. Через північ її території проходить вісь Воєйкова, що має істотне значення у формуванні кліматичних умов регіону. Область високого атмосферного тиску, що охоплює більшу частину території Одещини, зумовлює порівняно значні амплітуди річних температур повітря та досить невеликі річні суми опадів. На формування клімату території суттєво впливають рівнинний рельєф і виразно обмежений вплив Атлантичного океану, від якого регіон відгороджений відчутним орографічним бар'єром – Південними (Румунськими) Карпатами. Через те в межах області переважають вітри східних напрямів, що й відбивається на кліматичних показниках.

Середні температури січня на Одещині становлять близько $(-)3 - (-)4^{\circ}\text{C}$, середньоліпневі $-20 - 22^{\circ}\text{C}$. Середньорічна кількість опадів варіює від 500 мм на лісостеповій півночі до 350 – 400 мм на чорноморському узбережжі. Виражений літній максимум опадів.

Із семіаридними кліматичними умовами території пов'язаний порівняно незначний розвиток гідрографічної мережі. Як зазначалося вище, річкова мережа представлена переважно тразитними річками (Дунай, Дністер), а також середніми й малими річками – переважно правими притоками Південного Бугу (Савранка, Кодима, Чичиклія). Річки степової зони сезонно пересихають.

У дунайсько-дністерському межиріччі, власне, біля гирла Дунаю, сформувалася низка озер, серед яких вирізняється розмірами Ялпуг, який за площею є найбільшим в Україні. Інші досить великі озера – Кугурлуй (з'єднаний протокою з Ялпугом), Кагул, Катлабух, Китай.

Ґрунти Одеської області представлені переважно чорноземами опідзоленими й реґрадованими (на півночі) та чорноземами південними (в південній частині). Зокрема, чорноземи опідзолені сформувалися в помірно зволжених умовах лісостепової півночі Одещини на гіпсометрично понижених ділянках. Вміст гумусу у верхньому шарі профілю цих ґрунтів становить близько 4 – 5%, потужність гумусового горизонту – близько 50 см, реакція ґрунтового розчину слабокисла з наближенням до нейтральної ($\text{pH} = 5 - 5,5$). Як і будь-які чорноземи, характеризовані ґрунти добре структуровані. Чорноземи реґрадовані властиві привододільним ділянках, де в умовах глибшого залягання ґрунтових вод процеси опідзолювання не виражені, через що потужність гумусового горизонту є дещо більшою (до 60 – 70 см). Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної.

Чорноземи південні сформувалися в умовах семіаридного клімату, що й знаходить відображення в його властивостях. Зокрема, вміст гумусу у верхньому шарі становить близько 5%, потужність гумусового горизонту – 50 – 80 см. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабо лужна ($\text{pH} = 5,5 - 6$).

В умовах охарактеризованого вище ґрунтового покриву на території Одеської області сформувалася природна рослинність, представлена різнотравно-типчаково-ковиловими степами (на більшій частині території) та типчаково-ковиловими степами (на півдні). В наш час на місці природної степової рослинності майже повсюдно поширені сільськогосподарські угіддя.

Відповідно до об'єктивно існуючої диференціації природних умов Одеської області її територія входить до двох фізико-географічних зон (лісостепової та степової). Водночас степова частина Одещини розташована в межах північностепової та середньостепової підзон. У кожній зі згаданих підзон на території області виділяється по одному фізико-географічному краю – це Дністерсько-Дніпровський північностеповий та Причорноморський середньостеповий краї.

2 РОЗРОБКА ГІС-МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Система моніторингу водних ресурсів в Одеському регіоні

Переважна більшість водоймищ Одеського регіону розташована в південній його частині. Це численні озера й лимани, зокрема ті з них, що сполучаються з Дунаєм. Тому найбільшу увагу ми приділяємо саме Придунайському регіонові Одещини (історичній Бессарабії, Ізмаїльщині). Лише в останнє сторіччя в басейні Дунаю сталися суттєві зміни, що мали наслідком істотне погіршення стану довкілля. Осушення заплавних земель із метою розширення площ сільгоспугідь, гідротехнічне будівництво, інтенсивені лісозаготівлі постійно призводило до забруднення води, порушення екологічної рівноваги в басейні Дунаю, підвищення ризику різних негативних і катастрофічних явищ. Безсумнівною є необхідність застосування більш раціональних підходів щодо управління водними ресурсами дунайського басейну.

Згідно з басейновим принципом, до Придунайського регіону України може бути включена територія загальною площею близько 9,87 тис.км². Прикордонне політико-географічне положення характеризованого регіону, його вихід до найбільшої водної артерії Європи – Дунаю, наявність унікальних природних ресурсів дельти Дунаю та Придунайських озер (Кагул, Картал, Катлабух, Китай, Кугурлуй і Ялпуг – найбільше за площею озеро в Україні, з яким він сполучений) створює потенціал для його підтримуваного суспільно-економічного розвитку.

Близько 50 – 60 років тому вздовж українського берега Дунаю було побудовано комплекс протипаводкових гідротехнічних споруд загальною протяжністю 239 км, в тому числі 215 км дамб і 21 шлюз із метою регулювання наповнення та скидання води з Придунайських водоймищ і зрошувальних

систем [22]. Тепер комплекс протипаводкових споруд захищає від затоплення понад 80 тис. га. угідь 19 населених пунктів Одещини, мережу автомобільних доріг міжнародного, загальнодержавного, місцевого значення та інші об'єкти господарської інфраструктури.

Інтегроване управління водними ресурсами в умовах сьогодення є практично неможливим без застосування інформаційних технологій, а саме тих ГІС, які дають змогу накопичувати, систематизувати та аналізувати потрібну для проведення дослідження інформацію, моделювати різні явища та процеси, швидко відшукувати необхідну інформацію й відображати її у зручному для користувача форматі.

У нашому дослідженні задля розробки ГІС-моніторингу екологічного стану Придунайських озер було застосовано пакет ESRI ArcGIS 10.2 [7], за допомогою якого виготовлено тематичні карти Українського Подунав'я. При формуванні бази даних використано супутникові знімки й традиційні паперові мапи. Також використано інформацію Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії й Одеського обласного управління водних ресурсів.

2.2 Розробка структури бази геоданих

В ArcGIS база геоданих являє собою сукупність географічних наборів даних різних типів, які зберігаються в загальнодоступному місці файлової системи – базі даних Microsoft Access [8].

Виділяють три типи баз геоданих [9]:

- файлові бази геоданих, що зберігаються як теки у файловій системі. Кожен набір даних зберігається як файл, що може зростати до 1 ГБ;
- персональні бази геоданих, що охоплюють усі набори даних, і які зберігаються як файл бази даних Microsoft Access, що має обмеження за розміром до 2 ГБ;

– бази геоданих, розраховані на велику кількість користувачів, також знані як корпоративні, які не мають обмежень за розміром та кількістю користувачів, і які зберігаються в реляційній базі даних з використанням Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2, IBM Informix або PostgreSQL.

Розроблювана нами ГІС не передбачена для клієнт-серверної роботи, тому в проєкті має бути сформована персональна база геоданих (ПБГД), що зберігатиметься в єдиному файлі Microsoft Access (.mdb).

Розроблена нами ПБГД сформована з двадцяти одного тематичного шару, що містять дані про водні об'єкти, гідроспоруди, зони затоплення тощо. Детальніше структура ПБГД проєкту наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Структура бази геоданих ГІС проєкту

№ з/п	Назва шару	Клас просторових об'єктів	Назва об'єктів	Назва класу об'єктів ПБГД
1	2	3	4	5
1.	Водотоки	лінійний	річки, струмки	dd_waterflows
2.	Водоймища	полігональний	озера, водосховища, ставки	dd_waterbodies_r
3.	Межі	лінійний	райони, державний кордон	dd_region_border_l
4.	Зони затоплення лінійні	лінійний	межа зони затоплення	dd_floodzone_l
5.	Зони затоплення	полігональний	зони затоплення	dd_floodzone_p
6.	Дамби	лінійний	дамби	dd_dyke_emerg_l
7.	Груповий шар Небезпечні об'єкти	точковий	скотомогильники, звалища, склади пестицидів	dd_cattle_p dd_damps_p dd_pesticides_p
8.	Шлюзи	точковий	стан: не потребують реконструкції; немає даних; потребують реконструкції; потребують будівництва	dd_sluses_p
9.	Кілометраж	точковий	відмітки кілометражу	dd_km_l
10.	Дунай	полігональний	русло Дунаю	dd_danube_r
11.	Основні дамби	лінійний	дамби	dd_main_dikes

12.	Підвідні канали	полігональний	підвідні канали	dd_main_canals
13.	Стан дамб	лінійний	стан: аварійний, не потребує реконструкції, потребує реконструкції, нема даних.	dd_dyke_emerg_l
14.	Населені пункти	полігональний	міста, селища міського типу, селища сільського типу	dd_settlement_r
15.	Автомобільні шляхи	лінійний	автостради, шосе, , ґрунтові дороги, путівці	dd_road_l
16.	Плавні	полігональний	плавні	dd_smooth
17.	Болота	полігональний	болота	dd_swamp
18.	Острови	полігональний	острови	dd_island_r
19.	Межа адміністративних районів	полігональний	межі районів області	dd_raion
20.	ТГ	полігональний	межі ТГ	dd_rada_r
21.	Басейни	полігональний	межі басейну	dd_basseiny_r

2.3 Опис ГІС-проєкту

Всі шари геоінформаційної бази даних приведено до єдиної системи координат 1942 р. [10].

У проєкті створено файл формату ArcGIS *.mxd, який містить векторні шари бази геоданих (див. табл. 2.1), розподілені за тематичними блоками, що забезпечує зручність взаємодії користувача з інтерактивною картою.

Користувачеві доступні всі базові функції пакету ArcMap 10.2. Розроблена структура містить інструментарій для набору даних із передбаченою можливістю доповнення, редагування і встановлення зв'язків між шарами для швидкого пошуку, перегляду, зокрема фотографічних матеріалів, актів обстежень та ін., та викопіюванню інформації щодо водних та інженерних об'єктів у межах Придунайського регіону Одещини.

На рис. 2.1 зображено головне вікно ГІС-проєкту блоку. Переглянути атрибути просторового об'єкта можна за допомогою інструмента Identify, що

дозволяє обирати просторові об'єкти на мапі й автоматично переглядати їхні атрибути.

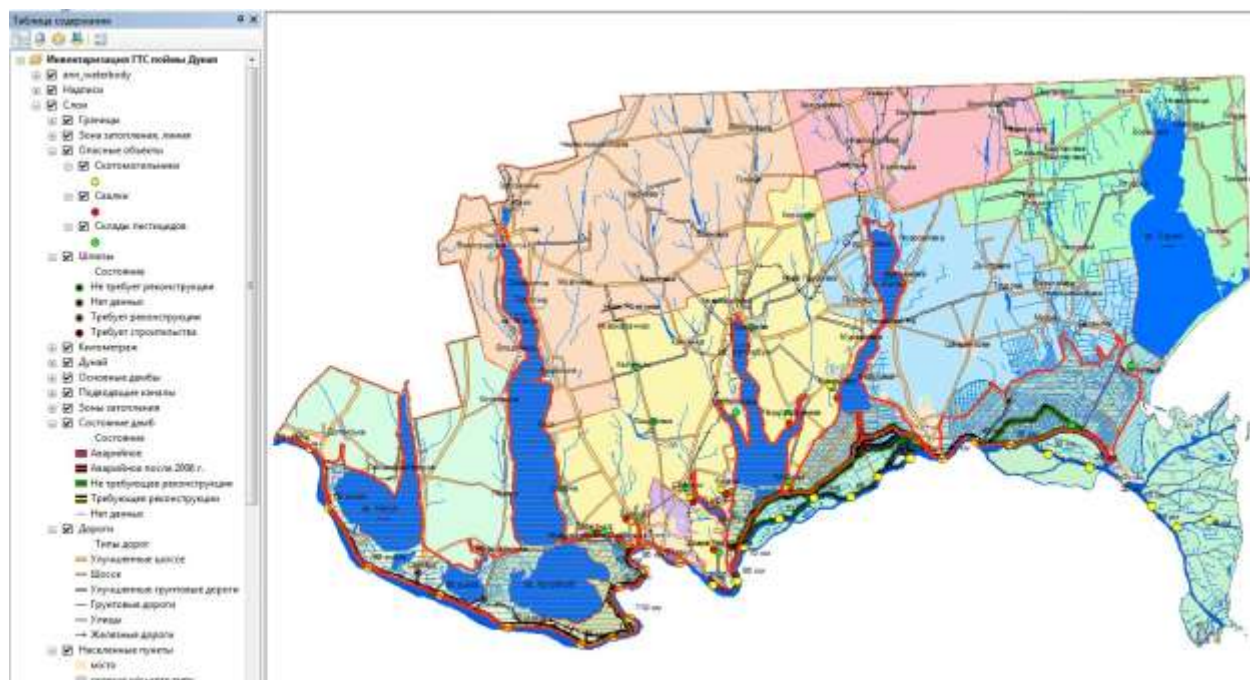


Рис. 2.1 Вигляд вікна ГІС-проєкту моніторингу екостану Придунайських озер

На рис. 2.2 показано гіперпосилання у вікні атрибутів об'єкта, що дозволяє мати доступ до документів і веб-сторінок, пов'язаних із просторовим об'єктом. Використовувати їх для кожного об'єкта можна, застосовуючи інструмент Гіперпосилання, розташований на панелі Інструменти.

У межах проєкту створено звіти, що дають змогу організовувати й відображати табличні дані, пов'язані з геооб'єктами. Такий звіт можна віддрукувати з метою поширення разом із мапою, також є можливим його експорт у статичний формат, або розміщення його помістити його безпосередньо на мапі чи збереження звіту як RLF (файл компонування звіту), що його можна робити повторно. Приклад звіту для об'єктів шару «Шлюзи» представлено на рис. 2.3.

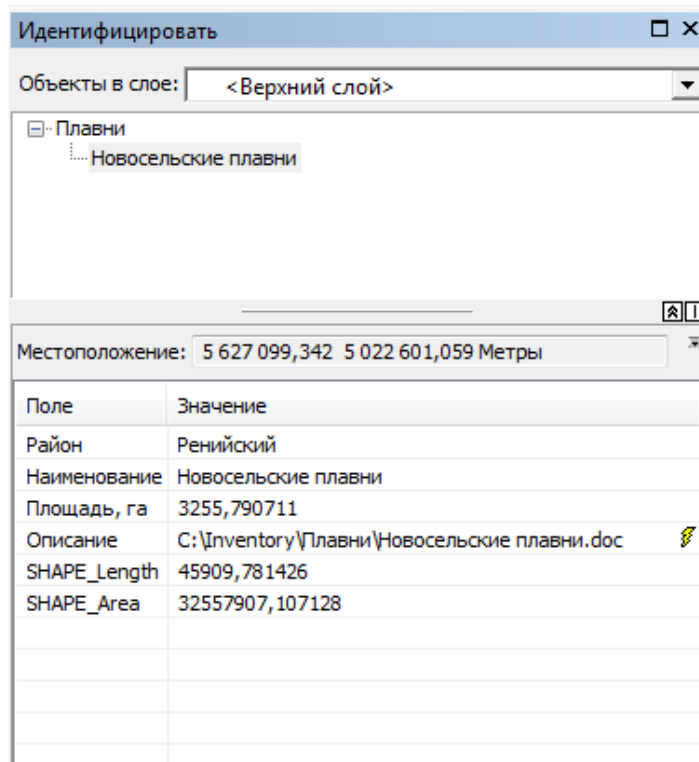


Рис. 2.2 Вигляд вікна ідентифікації

Просмотр отчета - Без имени (Информация о шлюзах)

Редактировать...

Информация о шлюзах

Наименование	Тип	Год строительства	Год реконструкции	Состояние	Длина, м	Ширина, м	Стоимость, грн	Ссылка
Вакста	открытого типа	1982-1983	2003-2006	Не требует реконструкции	10,6	4,5	1804000	с.Орловка
Прорва	открытого типа	1980-1981	Нет данных	Требует строительства	10,6	4,5	119000	с.Орловка
Скумда	открытого типа	1961-1965	2004	Требует строительства	10,6	4,5	119000	м.Матроска
Орловский	открытого типа	1959-1965	Нет данных	Требует строительства	10,6	4,5	119000	с.Орловка
105 км	открытого типа	1961-1965	Нет данных	Требует строительства	10,6	4,5	119000	с.Матроска
Репица	закрытого типа	1957-1960	Нет данных	Требует строительства	10,6	6	878000	с.Матроска
Общественный	открытого типа	1960-1961	Нет данных	Требует строительства	10,6	4,5	100000	с.Ст.Назарово
Железский	открытого типа	1961-1964	Нет данных	Требует строительства	21,6	4,5	127000	с.Василья
№1 на о. Сетовой	закрытого типа	1972	Нет данных	Требует строительства	14	5,8	80000	с.Василья
Кофа	закрытого типа	1957	Нет данных	Требует строительства	9	5	80000	с.Василья
№2 на о. Сетовой	закрытого типа	1969	Нет данных	Требует строительства	14	по версту 20,7м	417	Катийский р-н
Механизированный	открытого типа	1973-1977	Нет данных	Не требует реконструкции	18,6	23,4	1103000	с.Баша
Дрнай-Сасык	долового типа	1980-1981	Нет данных	Не требует реконструкции	154	31	3246000	с.Лиска
<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Требует реконструкции	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Табачесло	трубчатый	Нет данных	Нет данных	Нет данных	5,4	по версту 4,3м	Нет данных	с.Новосельское
Пруды	открытого типа	1960-1965	Нет данных	Нет данных	10,6	4,5	106000	с.Орловка
Репица №2	закрытого типа	Нет данных	Нет данных	Нет данных	24	22,2	Нет данных	Нет данных

Рис. 2.3 Вигляд звіту для об'єктів шару «Шлюзи»

Такий звіт має різні параметри, що налаштовуються при його підготовці. Зокрема, можна визначити стиль звіту, розмір сторінок, застосовувати ті чи інші шрифти, задаючи потрібні колір та розмір. Із метою зміни способу форматування звіту також можна додавати до нього колонки. Також існує можливість сформувати звіт на базі виділених об'єктів або SQL запиту [9].

3 РОЗРОБКА НАДБУДОВ PYTHON ДЛЯ ГІС-ПРОЄКТУ

3.1 Публікація і установка надбудов Python

Базою для публікації надбудови Python є файл .esriaddin. Для користування вищевказаною надбудовою достатньо лише встановити файл .esriaddin або зазначити його розміщення в загальній мережевій теці.

Файли надбудови можна скопіювати до відповідної теки автоматично за допомогою утиліти для інсталяції надбудов ESRI ArcGIS, що запускається при подвійному натисканні по файлу .esriaddin [12].

Із запуском утиліти для інсталяції надбудов ESRI ArcGIS розпочинається аналіз метаданих обраного файлу надбудови, при цьому відображається ім'я автора, опис надбудови; крім того, з'являється інформація щодо наявності довіреного цифрового підпису (рис.3.1).



Рис. 3.1 Утиліта для інсталяції надбудов ESRI ArcGIS

Стандартна тека надбудов для ArcGIS 10.2 на машинах під управлінням Windows 7 або Windows Vista розміщується в такий спосіб [13]:

C:\Users\<ім'я користувача>\Documents\ArcGIS\AddIns\Desktop10.2

Надбудови не мають зворотної сумісності. Зокрема, надбудови, створені для версії 10.1, не функціонують на версії 10.0, але діятимуть на версії 10.2.

Надбудови можуть також публікуватися у внутрішній мережі за допомогою загального мережевого ресурсу. Файли надбудов можуть бути скопійовані в ці теки, які користувачі зможуть автоматично знаходити (рис.3.2).

У такому разі користувачі зможуть користуватися надбудовами, розташованими в централізованому місці. У випадку, якщо надбудова потребує оновлення, новіша версія може бути скопійована на існуючому файлі (навіть у разі користування ним цієї миті). Користувачі автоматично одержують оновлену версію надбудови після перезапуску відповідного настільного додатку.

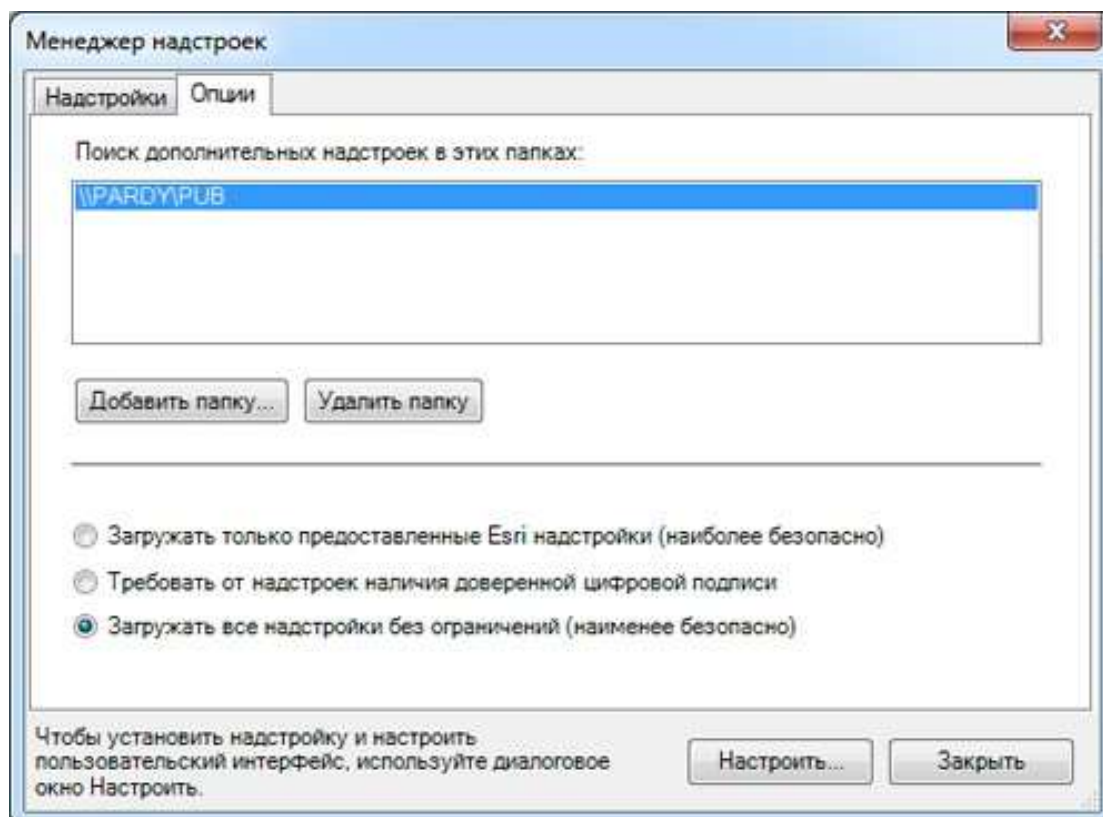


Рис. 3.2 Додавання тек менеджером надбудов

Після встановлення надбудови менеджер надбудов, доступ до якого можна одержати через меню Налаштування, надасть дозвіл на легке визначення зміни функціональності, яку може надавати надбудова.

Видалення надбудови можливе шляхом вилучення файлу .esriaddin із теки надбудови. Іншим способом є застосування опції Видалити надбудови в діалоговому вікні менеджера надбудов для вилучення надбудови.

3.2 Створення надбудови Python

Створення проєкту надбудови Python складається з двох етапів [14]:

- створення теки проєкту надбудови. З цією метою необхідно знайти файл addin_assistant.exe у теці, куди було встановлено майстра надбудов Python й після цього двічі на нього натиснути. Відтак, відкриється діалогове вікно Огляд папок, в якому необхідно вказати теу для збереження проєкту надбудови (рис.3.3);

- введення налаштувань проєкту. Після обрання робочої теки має бути відображена перша панель майстра (рис 3.4). До неї необхідно ввести налаштування проєкту. Ці налаштування становлять його метадані, й вони зберігаються у файлі config.xml. Вони мають надзвичайну значущість для передавання надбудови кінцевим користувачам і для її застосування.

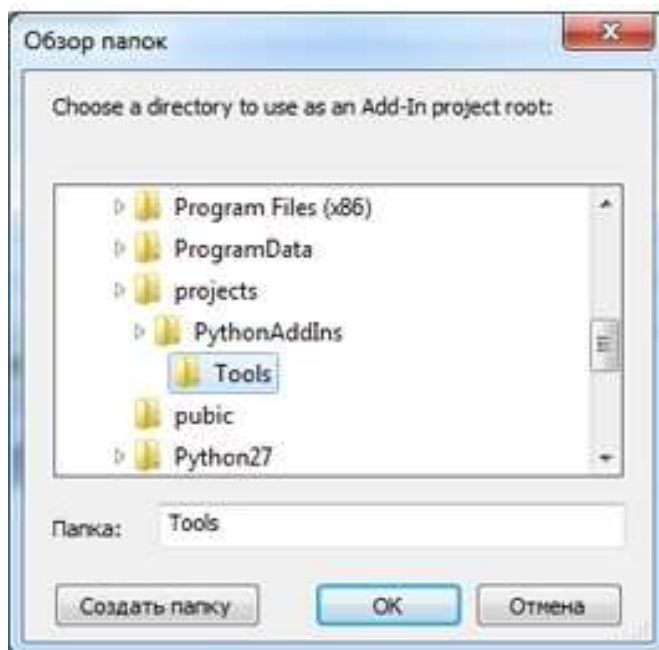


Рис. 3.3 Діалогове вікно Огляд тек



Рис. 3.4 Вигляд головної панелі Майстера надбудов Python

У табл. 3.1 представлено опис кожного параметру, розташованого на закладці Налаштування проекту.

Таблиця 3.1

Параметри Project Settings [12]

Параметр	Опис
Робоча тека (обов'язковий)	Тека, в якій зберігатимуться всі необхідні файли й теки.
Продукт (обов'язковий)	Продукт ArcGIS for Desktop, в якому працюватиме надбудова. Можливі варіанти: ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe і ArcScene.
Назва (обов'язковий)	Ім'я проєкту. Мусить бути назва, що стосується всіх надбудов, які створюватимуться в межах проєкту.
Версія (обов'язковий)	Версія проєкту, що використовується для визначення номеру релізу надбудови. За замовчуванням використовується версія 0.1. Можна збільшувати версію з кроком в одну десяту (наприклад, 0.2, 0.3, 1.0, 1.1).
Компанія (додатковий)	Назва організації.
Опис (додатковий)	Короткий опис мети проєкту. Мусить бути опис, що належить до всіх надбудов, які створюватимуться в межах проєкту.
Автор (додатковий)	Ім'я автора проєкту.
Зображення (додатковий)	Зображення проєкту буде скопійовано в теку Images, яку буде створено при збереженні проєкту. Ця тека розташована всередині робочої теки.

Параметри Назва, Компанія, Версія, Опис і Зображення застосовуються після того, як проєкт надбудови стає готовим для використання. Коли всі параметри проєкту встановлено, необхідно його зберегти. Наступні кроки включають створення налаштувань надбудови на закладці Вміст надбудови.

Найпростішим видом зміни функціональності є кнопка, яка може використовуватися з метою виконання бізнес-логіки при натисненні.

Формування надбудови у вигляді кнопки складається з таких етапів:

- створення панелі інструментів або меню. Коли всі потрібні налаштування проєкту введені, треба натиснути на закладку Вміст надбудови (Add-In Contents) й визначити функціональність, що її змінить дана надбудова. Кнопка може перебувати на панелі інструментів або в меню. У проєкті буде сформовано нову панель інструментів, котра виступатиме як контейнер для кнопки;

- створення, власне, кнопки. Після того, як здійснено налаштування панелі інструментів, можна створити нову кнопку, клацнувши правою кнопкою миші на панелі інструментів під назвою "Toolbar" та обравши New Button (рис. 3.5).

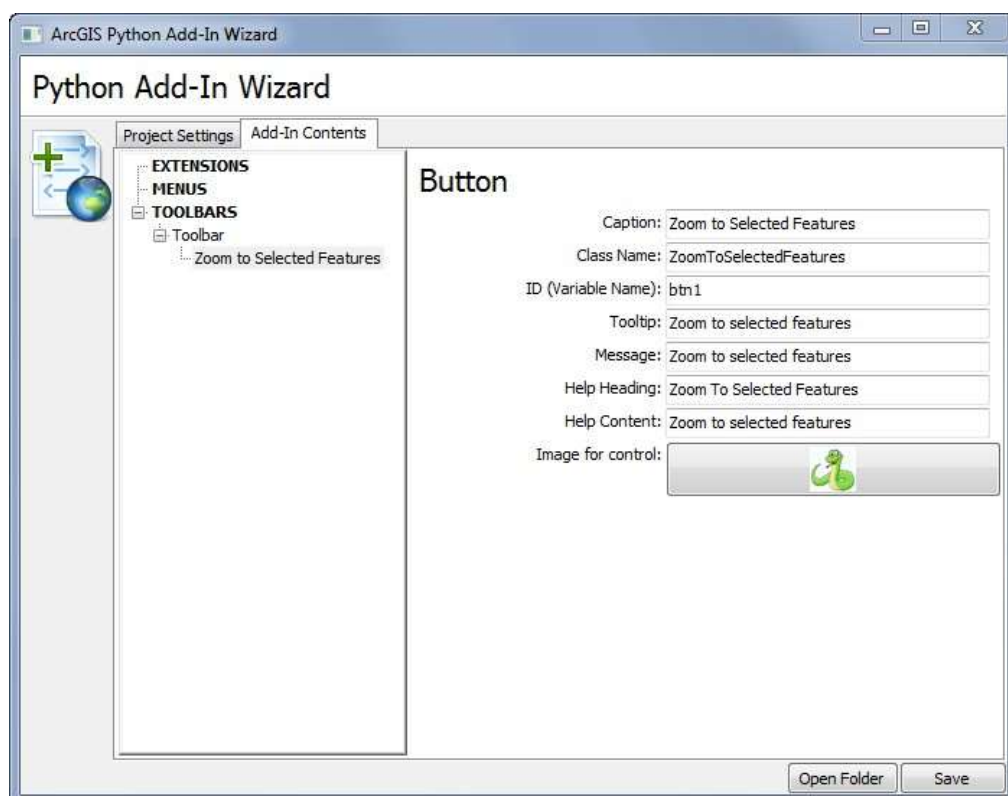


Рис. 3.5 Створення нової кнопки в Майстрі надбудов Python

Кнопка має низку параметрів (Назва, Клас, ID, Підказка, Повідомлення, Зображення), що їх потрібно ввести. Зазначені властивості зберігаються у файлі `config.xml` проєкту.

Важливим етапом перед публікацією або застосуванням надбудови є її тестування. З цією метою слід зробити такі кроки:

1) створити файл надбудови, для чого слід запустити скрипт `makeaddin.py`, що копіює всі файли й теки, потрібні для функціонування надбудови, у стислий файл надбудови в робочій теці. Назва файлу включає назву робочої теки й розширення `.esriaddin`;

2) встановити надбудову, для чого треба двічі натиснути на створений файл надбудови з метою запуску Програми для інсталяції надбудов ESRI ArcGIS. У ході запуску ця утиліта аналізує файл `config.xml`, розташований усередині файлу надбудови, й відображає настройки проєкту, введені при

формуванні надбудови, а також зазначає, чи містить дана надбудова довірений цифровий підпис;

3) використати надбудову, для чого слід запустити настільний додаток (ArcMap), і тоді панель інструментів або меню вже будуть доступні та готові до перевірки.

Зазвичай, у разі, якщо інструмент або кнопка не завантажуються, й на місці їх значка або назви знаходиться напис Missing, це може бути викликано помилкою в синтаксисі Python.

З метою з'ясування питання про те, де стався виключення, необхідно відкрити вікно Python в ArcGIS (рис. 3.6). Виключення буде автоматично відображено у вікні Python із зазначенням точного розташування й причини помилки.

При розробці надбудови Python можна застосовувати оператори друку print у скрипті Python із метою виведення значень змінних та інформаційних повідомлень у вікні Python.

Застосування операторів друку з метою слідкування за процесом функціонування надбудови дасть змогу переконатися в коректності генерованих і використовуваних значень, а також у правильності результатів.

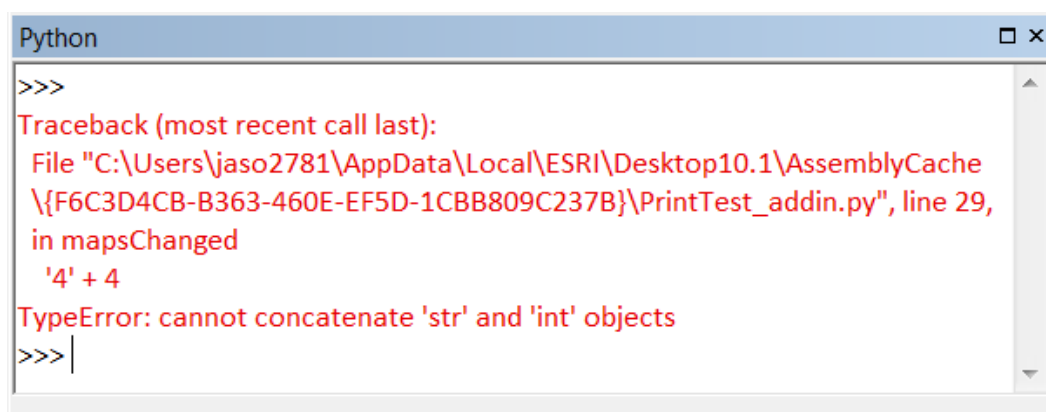


Рис. 3.6 Вікно Python в ArcGIS

З метою формування надбудови Python важливо обрати картографічний сервіс, що був би найзручнішим у контексті виконання завдань, які необхідно реалізувати. В наш час існує кілька популярних і досить широко використовуваних картографічних сервісів, що уможливають перегляд мап і супутникових знімків із власного ПС-додатку.

Зокрема, в наш час популярні картографічні портали надає API (Application Programming Interface – інтерфейс програмування додатків), за допомогою якого можна будувати і додавати мапи на сайти. API являє собою набір засобів, що уможливають одержання доступу до будь-якого сервісу. Розробник може скористатися таким набором засобів задля одержання доступу до функціоналу програми, бібліотеки чи модуля [21].

3.3 Розробка надбудови Python Street View

Для вже розробленого нами ПС-проєкту сформуємо також надбудову Python, що матиме таку функціональність. До Toolbox додамо кнопку, при клацанні на яку користувач зможе обрати будь-яку точку на карті проєкту, після чого у вікні Python з'являться географічні координати даної точки. Ці координати автоматично додадуться до буферу обміну. У вікні браузера автоматично відкриється сервіс Google Map за посиланням www.maps.google.com [15; 20]. Відтак, користувач зможе додати до рядка пошуку координати точки й подивитися супутникові знімки або подібні мапи досліджуваної території. Ця надбудова матиме назву Street View.

Для написання надбудови Python слід застосувати такі модулі:

– модуль `os`, що надає величезну кількість функцій для роботи з операційною системою (ОС). Він містить функції, що повертають ім'я ОС, дані про поточні процеси, формує, перейменовує, вилучає теки та файли тощо. У програмі використовуватиметься функція `os.system (command)`, що виконує системну команду та повертає код її завершення;

- модуль `threading`, який надає функції з метою багатопотокового програмування;
- модуль `functools`, що є збірником функцій високого рівня, які взаємодіють з іншими функціями чи повертають їх;
- модуль `webbrowser`, який забезпечує високорівневий інтерфейс, що має змогу відображати веб-документи для користувачів. Переважно цього досягається шляхом виклику функції цього модуля `open()`. Ця функція сприймає URL як аргумент;
- модуль `ArcPy`, що забезпечує якісний аналіз просторових даних, їх конвертацію, управління даними й автоматизацію мап у Python [15].

Скрипт забезпечує визначення координат обраної точки на мапі в системі координат фрейму, а також преводить ці значення у градуси, minuti та секунди. У разі потреби скрипт може трансформувати отримані значення в систему координат WGS 84. Необхідність цього полягає в тому, що картографічні дані сервісу Google Map надані саме в цій системі координат. Наступним кроком скрипт копіює координати в буфер обміну й друкує їх у вікні Python. В окремому вікні браузера він відкриває сервіс Google Map і надає змогу користувачеві оглянути супутникові знімки обраної місцевості (рис. 3.7).



Рис. 3.7 Результат роботи надбудови Python Street View [20].

ВИСНОВКИ

Розроблена ГІС моніторингу водних об'єктів і гідротехнічних споруд Одеської області.

З метою розроблення ГІС-проєкту було використано пакет ESRI ArcGIS 10.2, за допомогою якого створено тематичні карти Українського Подунав'я. У ході розроблення бази даних застосовувалися супутникові знімки й паперові мапи. Також було використано матеріали Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії та Одеського обласного управління водних ресурсів.

Створений програмний комплекс покликаний забезпечити ефективну діяльність відповідних фахівців відділів і служб у сфері управління гідротехнічними спорудами регіону.

Сформована нами структура ГІС-проєкту наділена інструментарієм для набору даних із передбаченням можливості доповнення, редагування і встановлення зв'язків між шарами задля швидкого пошуку, перегляду й викопіюванню інформації щодо об'єктів.

Також підготовлено компонування мапи для зручного виведення просторової інформації на друк і її збереження в у PDF форматі.

Для ГІС-проєкту було розроблено надбудову Python Street View у вигляді окремої кнопки, при клацанні на яку користувач може обрати будь-яку точку на мапі проєкту, після чого у вікні Python мають з'явитися географічні координати цієї точці. Ці координати автоматично мають бути додані до буферу обміну. Відтак, у вікні браузера автоматично відкриється сервіс Google Map за посиланням www.maps.google.com. Надалі користувач може додати в рядок пошуку координати точки й оглянути супутникові знімки або детальні мапи досліджуваної території.

Такий додатковий функціонал надасть користувачеві можливість оглядати мапи більшого масштабу на зовнішньому ресурсі без завантаження їх на диск. Таким чином, ГІС моніторингу екостану Придунайських озер має

забезпечити гнучкіше й оперативніше управління об'єктами меліоративного фонду, а сформовані надбудови нададуть змогу застосовувати зовнішню картографічну інформацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sandra L. Arlinghaus, Joseph J. Kerski, Ann Evans Larimore, Matthew Naud. Spatial Thinking in Environmental Contexts. Maps. Maps, Archives, and Timelines. 1st Edition. 2023. 248 p.
2. Bolstad P., Manson S. GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information System. 7th Edition. 2022. 764 p.
3. Павлиш В. А., Гліненко Л. К., Шаховська Н. Б.. Основи інформаційних технологій і систем. Львів: Львівська політехніка. 2018. 620 с.
4. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Лазоренко Н.Ю., Кінь Д.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. К.: КНУБА. 2023.302 с.
5. Беррі П. Python: Легкий для сприйняття довідник. Харків: 2021. 624 с.
6. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навчальний посібник. Харків: ХНАМГ, 2010. 313 с.
7. Офіційний сайт компанії ESRI Inc. URL: www.esri.com. (Дата звернення 21.11.2024)
8. Сайт довідкової системи ArcGIS. [Електронний ресурс]. Режим доступу: webhelp.esri.com/arcgisdesktop. (Дата звернення 21.11.2024)
9. ArcGIS Resources. URL: <http://resources.arcgis.com/en/home/>. (Дата звернення 21.11.2024)
10. Довідник з мови Python. URL: <https://docs.python.org/uk/3/reference/index.html>
11. Офіційний сайт Python. URL: <http://www.python.org>. (Дата звернення 21.11.2024)
12. Лутц М. Python. Довідник програміста. К.: Науковий світ. 2023. 294 с.

13. Chaowei Yang. Introduction to GIS Programming and Fundamentals with Python and ArcGIS. CRC Press, 2017. 302 p.
14. Toms S. ArcPy and ArcGIS - Geospatial Analysis with Python. Packt Publishing, 2015. 224 p.
15. Сайт Google Map. URL: www.maps.google.com. (Дата звернення 21.11.2024)
16. Google Earth Help. URL: <https://support.google.com/earth/?hl=en#topic=7364880>
17. QGIS User Guide. URL: https://docs.qgis.org/3.28/en/docs/user_manual/index.html
18. Офіційний сайт Leaflet. URL: <http://leafletjs.com/>. (Дата звернення 21.11.2024)
19. Online IDE - Code Editor, Compiler, Interpreter. URL: <https://www.online-ide.com/>
20. Короткий довідник Google Maps API. URL: <https://www.kobzarev.com/wp-content/uploads/cheatsheets/gmaps/Google-Maps-cheet-sheet.pdf>. (Дата звернення 21.11.2024)
21. Савлук М. М. Порівняльний аналіз API популярних картографічних серверів. *Дослідження у сфері геодезії і землеустрою: теорія та практика: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтер.-конф. (м. Умань, 20-21 травня 2025 р.)*. Умань, 2025. С. 31–33.
22. Карпова Г.О., Мальцев В.І., Титар В.М. Природа Українські Придунав'я та Чорного моря. К.: Національний екоцентр України, 2007. 184 с.