

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти Бакалавр

на тему: «Застосування інструментарію геоінформаційних систем
для моніторингу водних об'єктів у сфері використання та
відтворення водних ресурсів»

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Інформаційні управляючі системи
спеціальності 126 Інформаційні
системи та технології
ступеня вищої освіти Бакалавр
групи 126ІСТбд41
Манжос Р.С.
Керівник: Копішинська О.П.
Рецензент: Брикун О.М.

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена непересічним завданнями, які постають перед національними та регіональними організаціями й установами у сфері керування водними ресурсами, які співвідносяться з водними об'єктами. В Українському законодавстві існує систематизована законодавча база, яка регулює правила використання, показники моніторингу якості саме водних ресурсів. Однак, на тлі адміністративної реформи, впливу військових дій на значній частині території країни виникають особливі питання регулювання та обліку водних об'єктів, які розглядаються також і в контексті земельних ділянок. Одним із першочергових завдань органів місцевого самоврядування є аудит землекористування, а відтак організація роботи з актуальною інформацією про стан ефективності використання кожної земельної ділянки є на часі. Водні об'єкти мають бути паспортизованими, внесеними до Держгеокадастру, а також бути вимірними й нанесеними на спеціальні електронні карти. Без спеціалізованих геоінформаційних систем з такими задачами впоратися неможливо. На державному рівні визначено пріоритетним використання геоінформаційних систем і технологій (ГІС) при побудові планів просторового розвитку територіальних громад. У той же час, представники територіальних громад, керівники іноді не володіють знаннями про методи застосування ГІС, відчувають труднощі з вибором оригінальних та гнучких систем, потребують роз'яснення алгоритмів роботи з ними.

Метою кваліфікаційної роботи є поглиблений аналіз можливостей і технологій обробки даних про водні об'єкти в геоінформаційних системах та підбір методів використання для розміщення відомостей до електронних карт.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- розкриття ролі водних об'єктів у глобальній та національній економіці, навколишньому середовищі та завдань органів місцевого самоврядування;
- проведення структурованого й детального аналізу можливостей сучасних геоінформаційних систем, особливостей роботи з геоданими;

- проведення аналізу й порівняльних характеристик технологій інтерактивних карт географічних об'єктів для подальшого практичного застосування;

- розроблення алгоритмів оброблення геоданих про водні об'єкти для публічного доступу та раціонального використання;

- моделювання процесів обробки й візуалізації просторових даних за допомогою інтерактивних карт водних об'єктів із використанням доступних даних і версій програмного забезпечення;

- розроблення практичних кейсів та баз даних для подальшого застосування в регіональних установах.

Об'єктом дослідження є застосування технологій оброблення геоданих в середовищі геоінформаційних систем для аудиту водних об'єктів.

Предметом дослідження є геоінформаційні системи, інструментарій, функціонал, методи роботи з інтерактивними картами.

Методами дослідження є: аналітико-синтетичний, інформаційно-пошуковий, порівняння, емпіричний, дедуктивний, графічний, візуалізація геоданих на інтерактивних мапах.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи базується на вивченні ключових документів законодавчої бази, як Водний кодекс України, постанови Кабінету Міністрів України, Міністерства розвитку громад та територій, а також сформована з наукових фахових статей, публікацій популярних видань, офіційних даних розробників ГІС та інших джерел.

Практична значущість роботи полягає в проведенні ґрунтового аналізу можливостей різних ГІС та виборі оптимального інструментарію для раціонального використання в роботі з водними об'єктами, вирішення всіх поточних завдань та прийняття рішень на основі актуальної інформації на прикладі низки водних об'єктів Полтавської області.

Структура і обсяг кваліфікаційної роботи: пояснювальна записка викладена на 61 сторінці і складається зі змісту, вступу, трьох розділів, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 5 таблиць і 36 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗБОРУ І РОЗМІЩЕННЯ ДАНИХ ПРО ВОДНІХ ОБЄКТИ

1.1 Визначення ролі водних об'єктів у системі управління ресурсним потенціалом на регіональному та національному рівнях

В умовах зміни клімату, урбанізації та промислової діяльності людини, а також наслідків агровиробництва, змін у землекористуванні, воєнних дій та інших факторів, які мають суттєвий вплив на природне середовище, досить гостро постає питання збереження достатніх запасів водних ресурсів для задоволення потреб населення, тваринництва, агровиробництва в прісній і чистій питній воді [1]. Це актуально як в Україні, Європі, так і в усьому світі, адже майже 1/5 частина світового населення живе в районах з великою нестачею чистої питної води.

Моніторинг та облік водних ресурсів є критично важливими для забезпечення сталого водопостачання та охорони водних екосистем. В Україні, зокрема, це набуває особливої актуальності у контексті екологічної безпеки та адаптації до змін клімату. Державне агентство водних ресурсів України проводить моніторинг стану водних об'єктів, що включає оцінку якості води та виявлення потенційних забруднювачів [2]. Інтерактивна карта моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів дозволяє громадянам візуально оцінити стан водойм та порівняти його з встановленими нормами.

Якщо взяти розвинені країни з дбайливим ставленням до природних багатств, то Європейське агентство з охорони навколишнього середовища (ЕЕА) проводить системну роботу зі створення баз даних про всі європейські водні об'єкти (місцеву зону купання, пляж або озеро) та моніторингу їх відповідності стандартам ЄС. Станом на 2023 рік оприлюднені карти, які складаються з даних про понад 22 000 прибережних пляжів та прісноводних водойм для купання по всій Європі [3].

Європейська спільнота наголошує [3]: «Ми всі хочемо знати якість «нашої» місцевої зони для купання, пляжу чи озера та чи відповідає воно стандартам ЄС». На сайті ЕЕА розміщено для перегляду карти, які дозволять кожному онлайн переглядати якість води для купання на майже 22 000 прибережних пляжів і прісноводних водойм Європи.

Щодо України, важливим є впровадження моніторингу за європейськими вимогами, що дозволить інтегруватися в європейські водні стандарти та підвищити ефективність управління водними ресурсами [3]. До таких програм залучаються сьогодні різноманітні міжнародні фонди, наприклад WWF-Україна [4]. Облік водних ресурсів, в свою чергу, включає регулювання використання води, контроль за її забрудненням та забезпеченням водного балансу, що є ключовим для підтримки економічного розвитку та здоров'я населення. Для України такий моніторинг є надзвичайно важливим з огляду на численні екологічні катастрофи, як, наприклад, підрив греблі Каховської ГЕС 6 червня 2023 р. У зв'язку із цією подією постала необхідність контролю за якістю питної води та природних водних середовищ у зв'язку з загрозою серйозного забруднення стічними водами, нафтопродуктами, в зонах кладовищ та ін.

Основні виклики управління водними ресурсами в Україні включають забезпечення доступу до якісної питної води, досягнення доброго екологічного стану водойм, запобігання посухам та паводкам, а також стале управління за басейновим принципом. Важливим аспектом є також впровадження стимулів для підвищення продуктивності води та водозбереження, розвиток облікової гідрометрії та чіткий облік водопостачання та водовідведення. У контексті військового конфлікту, значним викликом є також відновлення пошкодженої водної інфраструктури та забезпечення безпеки водопостачання в умовах можливих атак на гідротехнічні об'єкти. Уряд України схвалив Водну стратегію до 2050 року, яка має на меті вирішення цих проблем і відповідає міжнародним зобов'язанням у сфері водної безпеки [5].

Згадані тенденції вимагають ефективного обліку й управління водними ресурсами на регіональних рівнях, підвищення екологічної поінформованості

населення, дбайливого ставлення до природних ресурсів, формування екологічного мислення громадян у сфері охорони довкілля. Всі дії, що пов'язані з водами, водними ресурсами, водними об'єктами, регулюються Водним кодексом України (як існує Земельний кодекс) [6].

За визначенням, водний об'єкт – це природний або штучно створений елемент довкілля, який містить воду. До водних об'єктів належать моря, річки, озера, водосховища, ставки, канали, а також водоносні горизонти. В Україні, згідно з Водним кодексом, водні об'єкти поділяються на водотоки, які мають постійний або тимчасовий рух води, та водойми, де вода має уповільнений обмін або є безстічною. Водні об'єкти мають велике значення для екосистеми, економіки та соціального життя, оскільки вони використовуються для питного водопостачання, сільського господарства, транспорту, відпочинку та інших потреб. Водні об'єкти в Україні є власністю народу і надаються в користування з дотриманням встановлених законом правил.

У статті 1 розділу I Водного кодексу [6] визначено: «моніторинг вод – система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень».

З усіх напрямків такої системної роботи з водними об'єктами за останні десятиліття накопичено чималий досвід та зібрано безліч статистичних даних, показників тощо. Для ефективного використання існуючих баз даних і знань, приведення даних до цифрових форм зберігання і обробки актуальним є застосування інноваційних інформаційних технологій і рішень, у тому числі в контексті парадигми Індустрії 4.0.

На рис. 1.1 наведено приклад результатів моніторингу великих водних об'єктів на території України, згрупованих на електронній карті [7]. Ту існує система спеціальних позначок, які показують наявність перевищення певних показників хімічного складу води, наявність забруднень. При наведенні на об'єкт відкривається спеціальне вікно, де показані результати аналізу хімічного складу води у водоймі в певній області. Для прикладу розглянуто р. Ворскла.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

водних ресурсів України

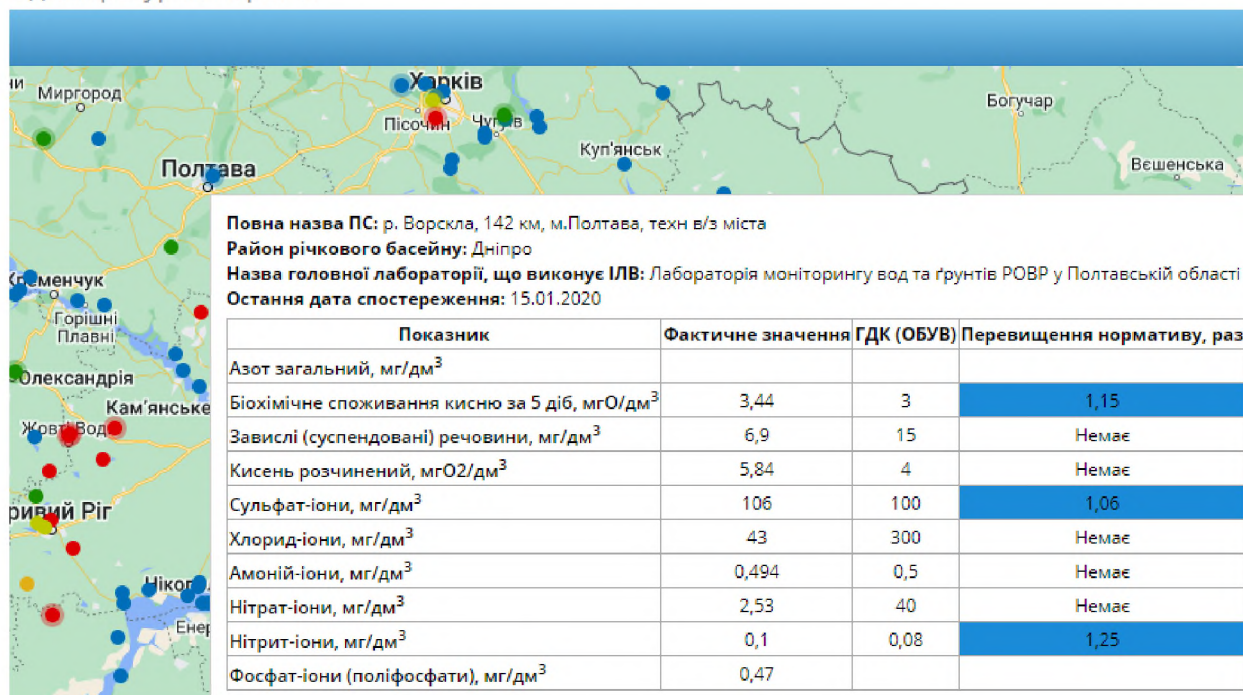


Рисунок 1.1 – Дані екологічної оцінки води у р. Ворскла в межах Полтавської обл. на карті водних ресурсів України [7]

Більш розгорнутий знімок даного об'єкту наведено в додатку А. Тут представлено дані хімічного складу, однак немає інших геоданих, як площа басейну, глибина, контури водойм.

Водні об'єкти різного типу (річки, озера, ставки, водосховища) складають комплекс водних ресурсів, які включені в замкнуті екосистеми, є джерелом для отримання продукції рибництва, використовуються в аграрному виробництві для зрошення полів, підтримки вологості ґрунтів та інше. Тому в кожному регіоні існують спеціалізовані обласні відділи водних об'єктів, основною функцією яких є системний аудит та моніторинг ефективності використання водних об'єктів в умовах оренди на визначений термін. Для реалізації даного функціоналу відділ водних об'єктів вирішує наступні завдання:

- створення конкурентоспроможних напрямків використання водних об'єктів;
- поліпшення умов працездатності на ринку агропромислового комплексу;

- впорядкування водних та майнових відносин в аграрній економіці;
- створення нових водних об'єктів для державної власності
- підтримка державної політики сталого розвитку сільської місцевості;
- надання допомоги від дорадчої служби, підприємствам та організаціям в питаннях водних відносин [8].

Досягти результативної діяльності в цій сфері так само не можливо без застосування ІТ-технологій.

Для виконання всіх вимог та досягнення результатів територіальним громадам, робочим групам доводиться застосовувати цифровий інструментарій обстеження територій на платній основі, впроваджувати спеціалізовані інформаційні системи, які передбачають обробку саме географічної інформації. Це геоінформаційні системи (ГІС), в основі яких покладено геоінформаційні технології, які скорчено називають ГІС-технології.

1.2 Електронні інтерактивні карти в системі сучасних геоінформаційних технологій

Геоінформаційні технології – це сукупність методів, засобів і процесів, що пов'язані зі збиранням, обробкою, аналізом і візуалізацією просторових даних про Землю та її явища [9]. Геоінформаційні технології включають такі напрями, як геодезія, картографія, дистанційне зондування, геоінформаційні системи, геостатистика, геовеб та інші. Геоінформаційні технології застосовуються у різних галузях науки, освіти, управління, економіки та екології. Ці технології є основою створення та використання спеціальних геоінформаційних систем і мають абревіатуру ГІС. Під геоінформаційною системою розуміють систему управління просторовим даними та асоційованими з нею атрибутами [10].

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це системи, які створюють, керують, візуалізують та аналізують різні типи географічних даних. ГІС з'єднує дані з картою, інтегруючи дані про місцезнаходження (де знаходяться об'єкти)

з усіма типами описової інформації (що ці об'єкти представляють). Це створює основу для картографування та аналізу, яка використовується в наукових цілях та практично у всіх галузях [11]. ГІС допомагає зрозуміти закономірності, взаємозв'язки та географічний контекст. Серед переваг також можна вказати покращення взаємодії та ефективності, а також підвищення якості управління та прийняття рішень. Виділяють такі поняття, як спеціальні програми (додатки, інформаційні системи), карти, дані.

Програми (додатки) представляють спеціальний інтерфейс для виконання робіт і введення ГІС в повсякденне життя для всіх. ГІС-програми працюють практично повсюдно: на мобільних телефонах, планшетах, у веб-браузерах та настільних комп'ютерах.

Карти – це географічний контейнер для шарів даних та аналітики, з якими вам доведеться попрацювати. До ГІС-карт легко надати доступ або вбудувати в додатки, де вони будуть доступні будь-де і будь-кому. Електронна карта – це картографічне зображення, згенероване на основі даних цифрових карт і візуалізоване на моніторі комп'ютера або відеоекрані іншого пристрою (наприклад, супутникового навігатора).

Створення інтерактивних цифрових карт – це процес, який дозволяє візуалізувати та аналізувати просторові дані за допомогою комп'ютерних програм. Інтерактивні цифрові карти можуть мати різні формати, такі як векторні, растрові, 3D або веб-карти. Інтерактивні цифрові карти можуть бути використані для різних цілей, таких як освіта, наука, бізнес, розваги тощо. Інтерактивні цифрові карти дозволяють користувачам взаємодіяти з просторовими даними, змінюючи масштаб, орієнтацію, фільтри, шари та інші параметри. Інтерактивні цифрові карти також можуть надавати додаткову інформацію про об'єкти на карті, наприклад, їх назви, атрибути, історію тощо.

Інтерактивні електронні карти – це інструменти, які дозволяють користувачам взаємодіяти з географічною інформацією на екрані комп'ютера. Вони можуть містити різні шари даних, такі як рельєф, клімат, населення, ресурси тощо. Користувачі можуть змінювати масштаб, поворот, фільтрацію та

аналіз карти за допомогою інтерфейсу. Інтерактивні електронні карти мають багато можливостей для навчання, дослідження, планування та прийняття рішень. Вони допомагають візуалізувати складні та великі обсяги даних, виявляти зв'язки та закономірності, сприяти географічному мисленню та грамотності. Для створення інтерактивних карт існують різні сервіси, характеристики окремих з яких наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Можливості онлайн-сервісів створення електронних карт

Назва онлайн-сервісу	Можливості ресурсу зі створення інтерактивних карт
Google Earth	Безкоштовний та функціональний сервіс, безкоштовний для всіх, у кого є обліковий запис Google. Серед спеціальних інструментів сервісу: <ul style="list-style-type: none"> – інтерактивний глобус; – пошук (можливість знайти на карті світу будь-які географічні об'єкти); – дослідник (добірка природних пейзажів, тематичних ігор, культурне надбання людства, подорожі тощо); – проекти (можливість створювати інтерактивні презентації, які мають чітку картографічну локалізацію); – можливість обрати стиль карти (залежно від потреб користувачів); – розрахунок площі та відстані між географічними об'єктами.
GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)	Безкоштовна ПС з відкритим кодом, призначена для геомодельовання, управління просторовими даними растрової, векторної та комп'ютерної графіки, обробки супутникових знімків, створення карт, просторового моделювання і візуалізації. Діє на різних платформах через графічний інтерфейс і командний процесор в системі X Window, операційні системи Linux, MS-Windows, Mac OS X, POSIX. Мова програмування C. Розповсюджується на умовах ліцензії GNU GPL
Seterra online	Безкоштовний онлайн-сервіс з українськомовним інтерфейсом. Навіть не зареєстровані користувачі можуть використовувати наявні матеріали, створювати власні та ділитися посиланнями. Сервіс варто використовувати для навчання просторовим компетентностям: розрахунок площі та відстані між географічними об'єктами.
StoryMap JS	Безкоштовний сервіс для створення інтерактивних карт, прокладання маршрутів, підготовки цілих історій. Простий у використанні, реєстрація не потрібна, якщо є обліковий запис Google. Мова інтерфейсу – англійська, але є вбудований у браузер перекладач.

Будучи засобом оперативного контролю, кожна конкретна електронна карта існує лише в певний момент часу, як правило, нетривалий, поки видно на пристрої відображення. У цьому їхня головна відмінність від інших візуальних

картографічних матеріалів, що візуалізуються на твердій підкладці (папір, пластик) засобами графічного виводу (наприклад, принтерами).

Існує значна кількість спеціальних інформаційних систем для роботи з інтерактивними картами. Загальна класифікація ГІС, яка є найбільш детальною, наведена на рис. 1.2 згідно [11-12].

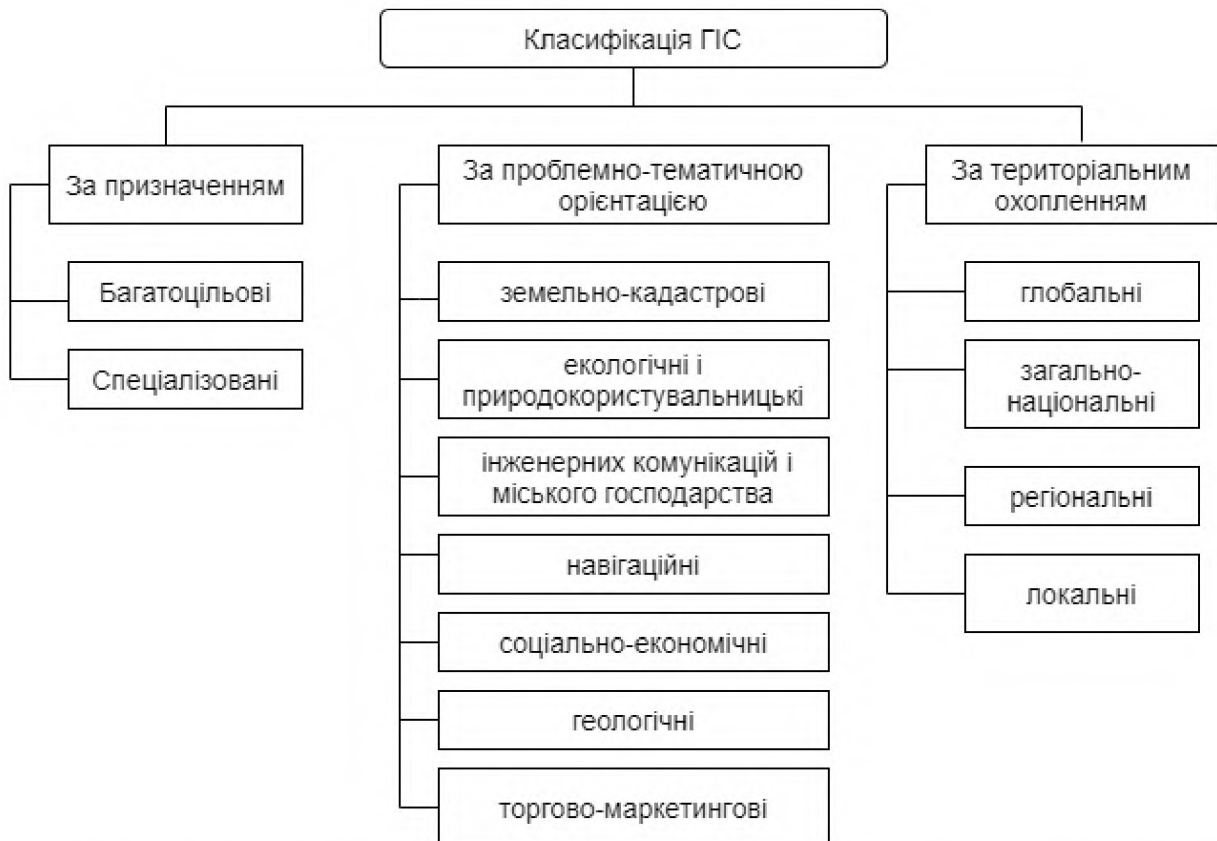


Рисунок 1.2 – Класифікація ГІС за напрямками та цілями використання

Клас систем за призначенням враховує цілі використання ГІС. Тематична орієнтація враховує сферу застосування проблемну область. За територіальним охопленням – залежно від розміру опрацьованої території.

Далі наведено кілька прикладів електронних карт в абсолютно різних галузях. Серед великих кількості карт виділяють спеціалізовані карти з вирішення певних задач для певної категорії використання користувача. До таких категорій входять наступні:

– туристичні карти дають інформацію для мандрівників з туристичною інфраструктурою з видатними місцями [13] (рис. 1.3);

- навчальні використовуються у навчальних закладах з дисциплін географії, історії, астрономії (рис. 1.4);
- інформаційно-довідкові несуть у собі відомості з різних інформаційних картографічних питань;
- технічні, завданням яких є прийняття певних технічних завдань наприклад, навігаційні карти для перевірки місцевості; проектні карти вони для створення проекту (будівництва споруд, розмірність водного дзеркала).



Рисунок 1.3 – Приклад туристичної карти України



Рисунок 1.4 – Приклад навчальної адміністративної карти України

Карти, що класифікуються за певними територіями, які охоплюють, представлені у вигляді карт:

- світу;
- земельних об'єктів;
- водних об'єктів;
- районів;
- областей;
- населених пунктів;
- сільських рад;
- країн.

Через наведені характеристики потрібно переглядати, у якому змісті потрібно використовувати карту та з певним рівнем у картографії [14].

Особливу увагу слід приділити даним. ГІС інтегрує безліч різних типів шарів даних за допомогою просторового розташування. Більшість даних є географічною складовою. ГІС-дані включають знімки, дискретні об'єкти та базові карти, пов'язані з листами та таблицями.

Просторовий аналіз дозволяє визначати придатність та можливості, оцінювати та прогнозувати, інтерпретувати та розуміти та багато іншого, відкриваючи нові перспективи для отримання знань та прийняття рішень.

1.3 Особливості оброблення геоданих в ГІС

ГІС – це і технологія, і наука. Вона спирається на просте поняття організації даних у окремі шари, які вирівняні (прив'язані) відносно один одного в географічному просторі. Компанія Esri та її продукти є визнаним світовим лідером на ринку програмного забезпечення для геоінформаційних систем, геоаналітики та картографування. Заснована в 1969 р. Джеком Данджермондом і Лорою Данджермонд компанія підтримує клієнтів за допомогою географічної науки та геопросторової аналітики, яку назвали Наукою про все (The Science of

Where), застосовуючи географічний підхід до вирішення різноманітних задач, реалізований за допомогою сучасних ГІС-технологій [15]. Метою компанії є прагнення використовувати наукові розробки та технології для сталого розвитку.

Головним програмним продуктом Esri є геоінформаційна система ArcGIS –потужна ГІС-технологія, яка надає інструменти для збирання, перегляду, редагування, управління, аналізу та обміну даними у геопросторовому контексті [16]. Вона включає доступ до тисяч ретельно відібраних наборів даних і карт, які можна вивчати і використовувати для аналізу та отримання нового цінного знання. ArcGIS можна використовувати в хмарі, на мобільних пристроях та настільних комп'ютерах для створення карт, додатків, операційних панелей, 3D-сцен і моделей, а також записників науки про дані (data science notebooks).

При роботі з такими системами, як ArcGIS, виконуються роботи з усіма типами геоданих. Основні типи даних при роботі з електронними картами – це векторні та растрові дані. Векторні дані представляють геометричні об'єкти, такі як точки, лінії та полігони, за допомогою координат. Растрові дані представляють просторову інформацію за допомогою сітки пікселів або клітин. Кожен тип даних використовують залежно від мети та методу картографування.

Формати файлів збереження і обміну географічними даними – це спеціальні стандарти, які визначають, як зберігати, структурувати і передавати геодані між різними програмами та системами. Деякі з найпоширеніших форматів файлів геоданих – це Esri Shapefile, GeoJSON, KML, GeoTIFF та NetCDF. Кожен формат обирають залежно від типу, обсягу та цілей використання геоданих [17]. Далі наведено характеристики найбільш поширених форматів файлів геоданих.

1. KML (Keyhole Markup Language) – це стандартний формат для збереження і обміну географічними даними. Формат KML був розроблений компанією Google для використання в програмах Google Earth і Google Maps. Формат KML дозволяє створювати, редагувати і відображати різноманітні

об'єкти на земній поверхні, такі як точки, лінії, полігони, моделі, зображення і т.д. Формат KML базується на мові XML і має відкриту специфікацію, що сприяє його сумісності з різними програмами і платформами.

2. Esri Shapefile – це векторний формат, що складається з кількох пов'язаних файлів, які містять геометрію та атрибути об'єктів. Цей формат широко використовується в ГІС-програмах та підтримується багатьма інструментами. Однак він має деякі обмеження, такі як максимальний розмір файлу 2 ГБ, відсутність підтримки кривих Безьє та обмежений набір типів даних.

3. GeoJSON – це векторний формат, що базується на JSON (JavaScript Object Notation), який легко читається людиною та машинами. Цей формат добре підходить для веб-картографування та обміну даними через Інтернет. Він підтримує різноманітні типи геометрії, такі як точки, лінії, полігони, мультиполігони тощо. Однак він може бути неефективним для великих наборів даних, оскільки вимагає багато тексту для кодування координат.

4. GeoTIFF – це растровий формат, що зберігає геопросторову інформацію разом з піксельними даними у стандартному форматі TIFF (Tagged Image File Format). Цей формат популярний для зображень супутникової та аерофотозйомки, цифрових моделей рельєфу та інших типів растрових даних. Він підтримує різні методи стиснення, що зменшують розмір файлу без втрати якості. Однак він не підтримує векторну графіку або атрибутивну інформацію.

У залежності від поставлених завдань або потреб користувача можуть бути використані й інші формати файлів, наприклад, CSV (Comma-Separated Values), який може містити географічну інформацію у вигляді координат, а для обміну географічними даними можна використовувати WKT (Well-Known Text) та WKB (Well-Known Binary) формати.

WKT використовує текстове представлення геометричних об'єктів, таких як точки, лінії, полігони тощо. WKB використовує бінарне представлення тих самих об'єктів, що займає менше місця та швидше обробляється. Обидва формати підтримуються багатьма геоінформаційними системами, такими як QGIS, ArcGIS, PostGIS та іншими.

Формат обміну MapInfo (MIF/MID) – це формат файлів, який зазвичай використовується в програмному забезпеченні ГІС, включаючи MapInfo Professional. Він призначений для обміну просторовими даними між різними ГІС-платформами та додатками. Файли MIF зберігають векторні дані, тоді як файли MID містять дані атрибутів, пов'язані з просторовими об'єктами. Формат MIF/MID забезпечує простий і гнучкий, а відтак популярний, спосіб зберігання та обміну геоінформацією [18].

При розробці карт ключовим питанням завжди є висока якість зображення при збереженні хорошої продуктивності. Одним із способів покращення якості відображення є використання шарів базових карт, кожен з яких відображає певний тип даних, наприклад, рельєф, клімат, населення тощо. Шари можуть накладатися один на одного, щоб створити комплексне зображення. (рис. 1.5).

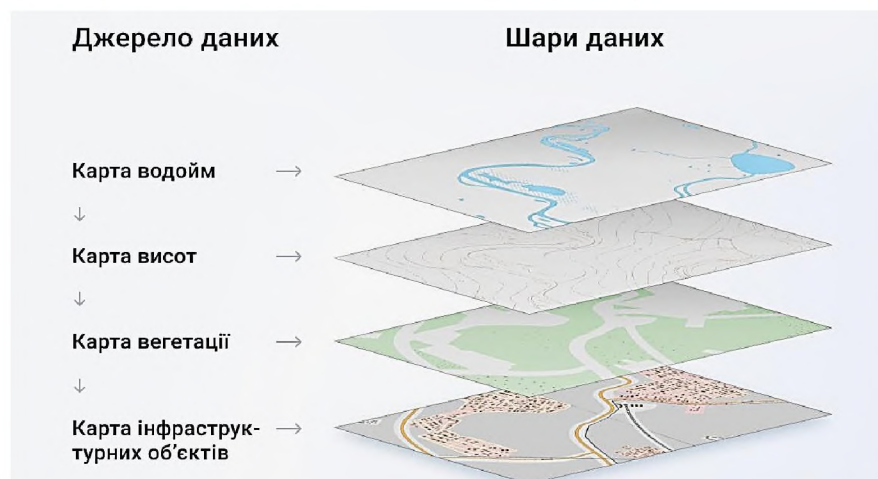


Рисунок 1.5 – Приклад змістовних шарів інтерактивної карти [19]

Основним шаром виступає так звана базова карта ГІС (класична супутникова карта). За базову може бути використаний будь-який шар. Шари базової карти забезпечують структуру, де відображається динамічна оперативна інформація. Оскільки шари базової карти відносно статичні і часто не змінюються, їх відображення може бути обчислено один раз і потім використовуватися багаторазово. Зображення шару базової карти обчислюється при першому перегляді області у певному масштабі. Це зображення викликається при повторному перегляді цієї області за того ж масштабу карти.

Різні ГІС використовують різні формати та стандарти для збереження та відображення шарів електронних мап. Так, ArcGIS використовує формат shapefile для збереження векторних даних, а QGIS - формат GeoJSON. Також різні ГІС можуть мати різну кількість та набір шарів, які доступні для користувача. Наприклад, Google Maps має шари для дорожньої мережі, супутникових знімків, рельєфу та 3D-моделей будинків, а OpenStreetMap – для дорожньої мережі, громадського транспорту, велосипедних маршрутів та історичних пам'яток. Особливості шарів електронних мап у різних ГІС залежать від цілей та можливостей кожної системи. Користувачам слід обирати таку ГІС, яка найкраще відповідає їх потребам та інтересам.

У контексті завдань роботи з водними об'єктами геоінформаційні системи розглядаються в чотирьох суб'єктних позиціях:

1. Продукт – певна інформаційна система, яка призначена для збору, аналізу, зберігання, виведення геоданих і пов'язаної з ними інформації.
2. Прикладне програмне забезпечення (ПЗ) зі специфічним набором інструментів і спеціальних функцій.
3. Джерело або приймач даних.
4. Середовище аналізу та прийняття рішень, яке відбувається поетапно з опрацюванням даних [20-21].

Шляхи впровадження ГІС в органах влади і місцевого самоврядування розроблялися науковцями і практикаками в різних країнах, оскільки використання саме цих систем є необхідним для всіх аспектів управління територіями: агросектор, розміщення виробничих потужностей, екологічні зони водні об'єкти і т. ін [22]. Використання ГІС надають можливість не лише будувати актуальні карти та регулярно їх оновлювати, але й придатні для вирішення інших задач: виокремлення геопросторових даних з географічних об'єктів, інтеграція різних баз даних (географічна, економічна, медична, інфраструктурна, соціально-демографічна тощо), візуалізація геопросторової статистичної аналітики за рахунок поєднання різних джерел надходження даних (опитування, статистика, растрові знімки), підключення до систем штучного інтелекту тощо.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ЩОДО ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Програмно-інформаційне забезпечення формування бази даних водних об'єктів на регіональному рівні

Згідно поставленої мети та завдань кваліфікаційної роботи надалі буде розглянуто алгоритми та інструменти формування інформаційної бази водних об'єктів на прикладі регіональних завдань. Серед водних об'єктів найбільшу увагу приділено поверхневим водним об'єктам, до яких належать зокрема, ставки, озера та інші водойми з замкнутими контурами. В Україні, згідно з даними гідрографічних досліджень, існує значна кількість поверхневих водних об'єктів, включаючи річки, озера, водосховища та стави, які вимагають ретельного моніторингу та управління [23].

Атрибути поверхневих водних об'єктів включають широкий спектр фізичних, хімічних та біологічних характеристик, які визначають їхню унікальність та екологічний стан.

Таблиця 2.1 – Атрибути поверхневих водних об'єктів

Група атрибутів водних об'єктів	Перелік вимірюваних параметрів атрибуту
Фізичні	- морфометричні параметри: площа поверхні, глибина, об'єм води, довжина берегової лінії; - гідрологічні характеристики: швидкість течії, режими стоку та водозабір
Хімічні	мінералізація, рівень рН, концентрація розчинених речовин та біогенних елементів
Біологічні	видовий склад флори та фауни, біомаса, продуктивність та біорозмаїття
Антропогенний вплив	забруднення, зміна природного ландшафту та водозабір для господарських потреб

Одним із ключових атрибутів поверхневих водних об'єктів є кадастровий номер на зразок земельного кадастру. Порядок ведення державного водного

кадастру з метою систематизації даних по водним ресурсам був затверджений відповідною постановою КМУ в 1996 р. з правками 1999-2022 рр. [23]. Згідно останніх редакцій «Для оперативного забезпечення державних органів, підприємств, установ, організацій, громадян необхідними даними про водні ресурси створюються спеціалізовані автоматизовані інформаційні системи державного водного кадастру, які обмінюються інформацією з Державним земельним кадастром [23]». Окремо в 2017 р. був запущений водний кадастр та створена електронна мапа водних ресурсів [24]. На сьогодні вона й досі знаходиться в тестовому режимі (додаток Б). Серед інших завдань на органи влади покладено завдання формувати бази даних державного водного кадастру засобами спеціалізованих інформаційних систем та забезпечувати цими даними органи державної виконавчої влади в необхідних обсягах.

Департамент агропромислового розвитку у відділі водних об'єктів створює паспорти водних об'єктів та заносить їх до системи Excel та розробляє інтерактивну карту з виділеними водними об'єктами на Полтавській області. Головним призначенням відділу слугує здавання водних об'єктів (ставків, озер та ін.) на певний термін у різних місцях регіону та отримувати прибуток, забезпечуючи збереження об'єктів користування.

Перша карта була анонсована в Полтавській обл. у 2020 р. [25] і стала результатом інвентаризації договорів про оренду більше 1000 водних об'єктів. Всього ж на Полтавщині налічується більше 2745 водних об'єктів, з них 1474 придатні до риборозведення. Паспортизація водних об'єктів триває дотепер. Департамент агропромислового розвитку надає послуги в оренді водних об'єктів, додатком для перегляду інформації про оренду водних об'єктів можливо продивитися за допомогою інтерактивної карти, в якій виділені водні об'єкти та представлений додатково опис.

В даній технології головним механізмом є контролювання документації, збереження важливих документів, передавання іншим працівникам. Щомісячно додаються нові водні об'єкти що в системі Excel з'являються додаткові зайві файли та займають великий простір.

В Полтавському державному аграрному університеті студенти спеціальності 126 Інформаційні системи та технології долучилися до збору даних для обласної електронної мапи шляхом роботи з інтерактивними картами ГІС. При цьому була започаткована раціональна інноваційна технологія збору та обробки даних. Було запропоновано переводити дані з форматів XML та створювати більш сучасну базу даних (БД).

Перехід на БД допоможе зменшити кількість файлів для пошуку, вся потрібна інформація буде зберігатися в одному місці. Окрім цього за допомогою БД можна додати відповідний доступ до інформації. В кожного підрозділу повинен бути код доступу для отримання інформації.

2.2 Аналіз характеристик програмного забезпечення для створення бази даних водних об'єктів

Велика частина даних в департаменті зберігається в Excel. Для створення БД програма Excel не підходить тому, що вона не має системи керування базою даних, але в ній можливо працювати, створювати таблиці висхідних даних. Гарною альтернативою для створення БД слугує MS Access – це перший вибір для працівника у роботі з великою базою інформації. За допомогою програми Access можливе створення не однієї таблиці а декілька та створювати з ними зв'язки для подальших запитів, форми та макросів. Також можливий обмін між відділами або працівниками через мережу інтернет, в системі можливо створювати звіти для перевірки моніторингу даних [26].

Для створення БД можуть використовуватися три моделі даних.

Реляційна модель – створюється за допомогою невеликої кількості таблиць які об'єднуються за допомогою ключів. Дана модель найчастіше використовують та є більш зручною.

Ієрархічна модель – даний комплекс створюється взаємно за порядком і подібний до оберненого дерева (графа).

Мережева модель – подібна до моделі ієрархічної, але сутність даної моделі має вільне пов'язання [27].

На сьогоднішній день використання БД не обходиться не одне підприємство, тому і використовують спеціальні програми. До таких програм належать:

1. Microsoft Access для розробки проекту людиною або невеликої групи, які не мають кваліфікаційної технічної підтримки, для таких розробників підходить програмний засіб Microsoft Access, яка являється гарним рішенням. Дана програма дає змогу зберігати БД у одному файлі, також можливе резервне копіювання та перенесення бази як звичайного файлу. Однією з переваг настільних БД є відсутність підключення до мережі Інтернет.

2. Database.NET даний продукт має відкритий вихідний код, що дає можливість працювати з БД. У даного продукту можливе редагування, імпортувати та експортувати. Під час роботи с кодом SQL створена комфортна консоль, виділеним синтаксисом.

3. Navicat в системі даної програми закладені бібліотеки існуючих БД, при відкриванні програми вона виконується запит в які версії буде створювати виконання та заповнення БД. Великою функцією даної програми слугує використання у хмарних сервісах. До таких сервісів входять Amazon AWS, Google Cloud. При передаванні файлів через хмарні технології ваша БД буде захищатися не базовим паролем та логіном, а має три тунелі для шифрування SSH, HTTP, SSL.

4. MySQL. Створення БД виконується за технологією MySQL. Розробка інструментів даної програми була зосереджена для створення та адміністрування БД. Даний вид програми підходить для нових користувачів через те, що інтерфейс створений для швидкого створення бази та має великий функціонал для розробки автоматичного індексування, виконання запитів, редагування бази в системі SQL [28].

5. Data Express. Це зручний інструмент який призначений для створення та адміністрування БД, даний вид програми створений у вигляді конструктора,

який має великий функціонал. Самими головними модулями даної програми слугують майстри управління даними, функції фільтрації та пошуку та інше.

6. Reportizer: програма не має відкритого коду та не створена для адміністрування БД, але має якісний інструмент для створення звітів. Даний продукт має велику зв'язаність опрацювання з такими програмами як Access, MySQL, Excel та Oracle. Але при переході на інший формат БД звіт програми буде не стабільний.

Microsoft Access є реляційною СУБД. Основною перевагою Access є те що вона має графічний інтерфейс, за допомогою якого можна створювати базу даних, а також доповнювати базу власними вбудованими засобами (рис. 2.1).

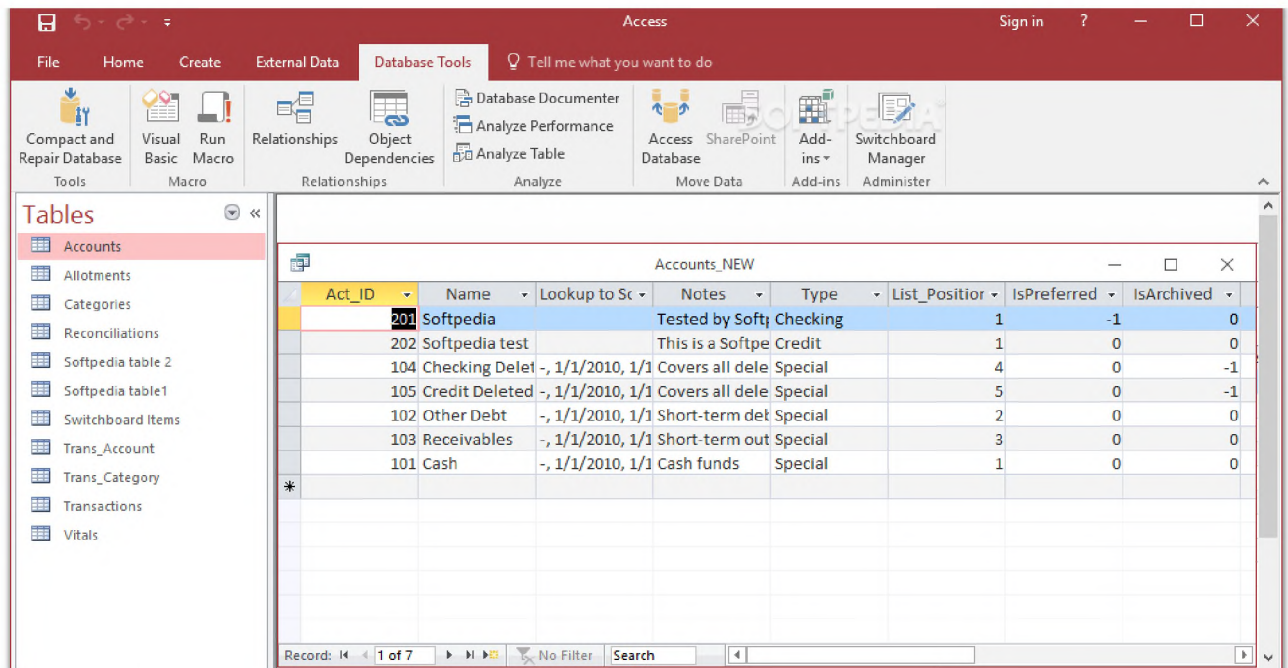


Рисунок 2.1 – Приклад робочого вікна таблиці програми Access

Система Access – являє собою великий набір інструментів для створення управляючої БД. До набору інструментів входить майстри запитів, форми, таблиці та створення звітів. В даній системі можливе створення через додаток макрос, вони дають можливість облегшення управління в таблицях. При цьому можливе створення діалогових вікон або кнопочних форм для швидкого знаходження певної інформації користувача. Система Access зберігає свої дані в одному файлі, але таблиці створені як окремі об'єкти [29].

Для виконання операцій в Access вбудований Майстер, який в роботі з даними допомагає уникати похибок та поліпшувати роботу розробнику під час створення об'єктів.

До основних об'єктів програми Access виділяють:

Таблиці – їхньою функцією слугує внесення та збереження певних даних, які формуються в окремих полях.

Запити – це обирання даних, які потрібні користувачеві. Робота запитів працює групами і вони виконують об'єднання за певною ознакою. Використання запитів виконується з вибірки таблиць програми.

Форма – дає можливість полегшити розгляд зміни або введення даних до таблиці. За допомогою форм здійснюються завдання, що не можливо створити у режимі таблиці. Головним завданням форми обчислення даних та виведенням результату на екран. Для роботи запитів потрібні заповнені таблиці та створені запити.

Звіти – вони дають можливість переглянути розгорнуту інформацію створеної БД.

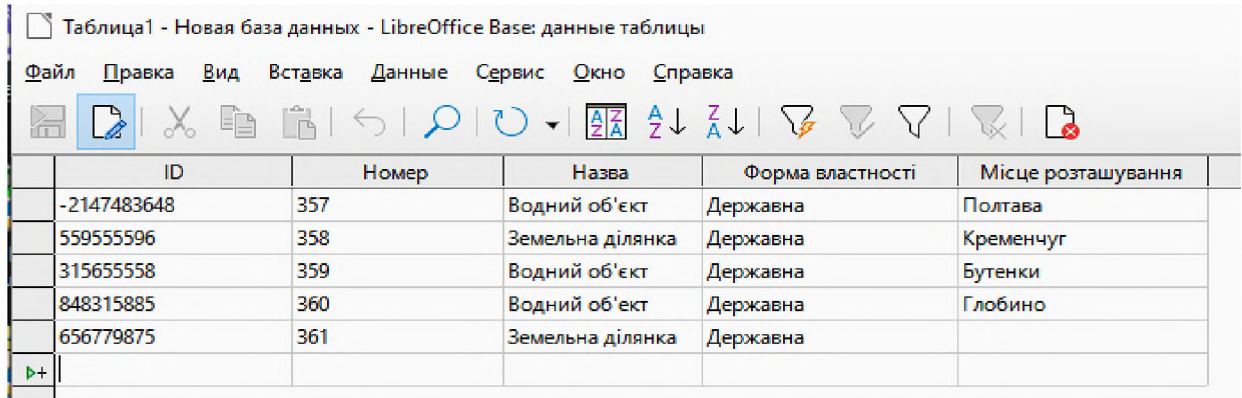
Захист БД має середній захист надійності, стандартний захист входить використання коду захисту БД, а також захисним паролем користувача.

Основним поліпшенням роботи є можливість імпортувати та експортувати дані з різних форматів, включно текстових файлів. Засобом програмування в системі є мова макрокоманд. Створення на цій мові називають макросами, за допомогою цієї команди можна з легкістю пов'язувати за допомогою форм, запитів, таблиць. Макроси працюють за допомогою дій користувача за допомогою форм при роботі у діалоговому вікні.

Основною перевагою програми Access можна визначити те, що вона входить у пакет Office. У даному програмному забезпеченні працює велика кількість користувачів на ПК, Access сумісний з системою Windows, постійно здійснюється оновлення.

На сьогоднішній день у світі IT має безліч альтернатив даній програмі Access основними з яких є, наприклад, LibreOffice – безкоштовна офісна

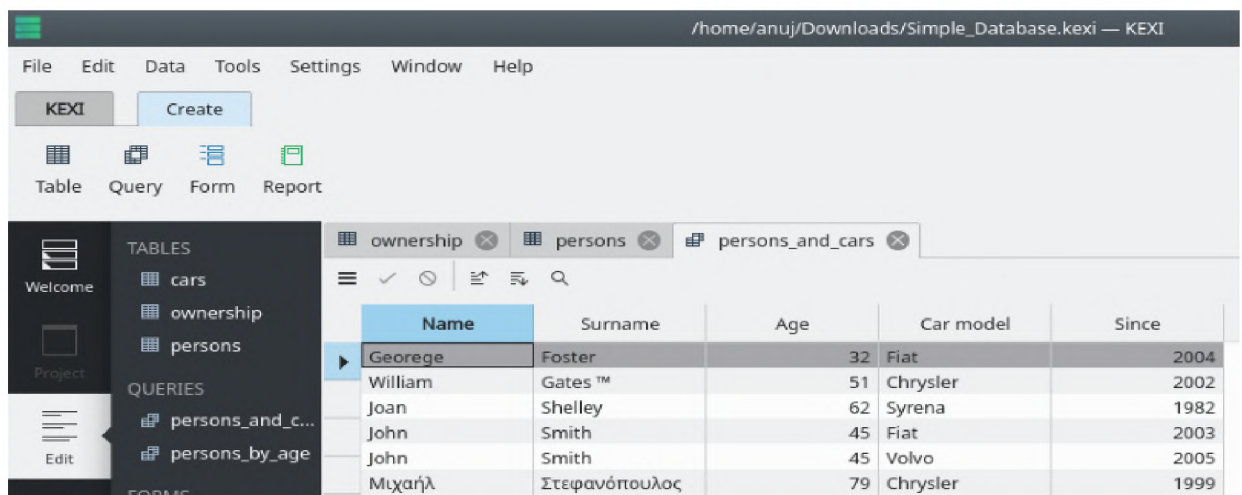
програма, яка конкурує з Microsoft Office. LibreOffice дає змогу працювати з БД. Цей продукт включає в себе великий спектр цінних функцій та включає підтримку багатокористувацьких баз даних, як MySQL, Access та ін. (рис. 2.2).



ID	Номер	Назва	Форма власності	Місце розташування
-2147483648	357	Водний об'єкт	Державна	Полтава
559555596	358	Земельна ділянка	Державна	Кременчук
315655558	359	Водний об'єкт	Державна	Бутенки
848315885	360	Водний об'єкт	Державна	Глобино
656779875	361	Земельна ділянка	Державна	

Рисунок 2.2 – Приклад робочого вікна програми LibreOffice

Серед інших альтернатив розглядаються Kexi, NuBuilder Forte та інші. Програма Kexi використовується для управління БД, що входить до офісного пакету Calligra Suite, яка працює в системах Linux, Unix, MacOS. За допомогою програми можливо створити додавання, редагування даних, обробка даних та виконання запитів (рис. 2.3).



Name	Surname	Age	Car model	Since
George	Foster	32	Fiat	2004
William	Gates™	51	Chrysler	2002
Joan	Shelley	62	Syrena	1982
John	Smith	45	Fiat	2003
John	Smith	45	Volvo	2005
Μιχαήλ	Στεφανόπουλος	79	Chrysler	1999

Рисунок 2.3 – Приклад програми Kexi

Спираючись на велику кількість переваг, система Access є гнучкою та простою у використанні [30]. Тому остаточний вибір зроблено на її користь.

2.3 Порівняльні характеристики популярних геоінформаційних систем та інструментарію для обробки даних про водні об'єкти

На першому етапі досліджень були проаналізовані алгоритми збору даних та візуалізації поверхневих водних об'єктів на прикладі території Полтавської області. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

1. Виконати аналіз характеристик програмного забезпечення.
2. Визначити сервіси для візуалізації географічних об'єктів.
3. Синтез алгоритму візуалізації векторних об'єктів інтерактивної карти.
4. Розробити рекомендації щодо практичної реалізації алгоритму.

Для створення і обробки бази даних використовувалася СУБД MS Access. Імпорт первинних даних поводився з електронних таблиць MS Excel. В якості програмного забезпечення ГІС розглянуто системи Google Earth і Soft.Farm. Google Earth включає в себе такі можливості, як супутникові знімки та геоінформаційні системи [31]. Робоча область показана на рис. 2.4.

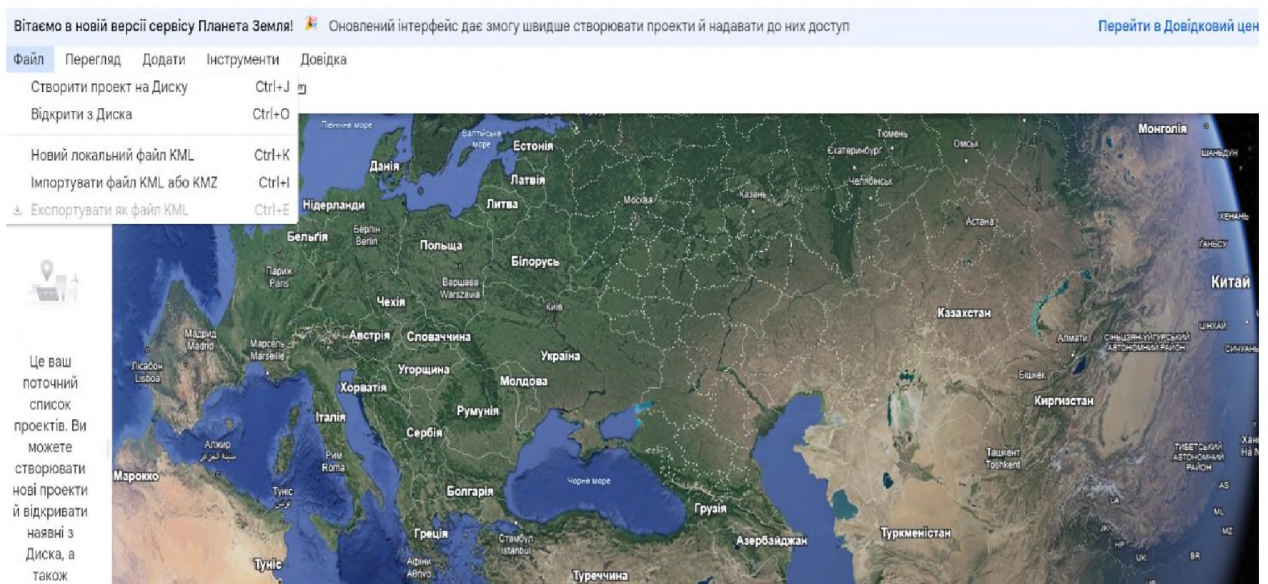


Рисунок 2.7 – Вигляд стартового вікна сервісу Google Earth на початку роботи

У глобальній базі даних програми Google Earth зберігаються мільйони знімків супутникових зображень кожної ділянки Землі. За допомогою цих зображень можливо переглядати певну місцевість у реальному вигляді. За

допомогою інструментів Google Earth можна виконати наступні завдання на потребу користувача:

- підключення детальної інформації про населені пункти та водоймища;
- нанесення на інтерактивну карту своїх міток, шляхів та обведення певної місцевості лініями.
- при обведенні об'єкта є можливість задавати колір лінії, підпис та опис місця.

Приклад уточнення границь за допомогою карти і опису даних в Google Earth [32] наведено на рис. 2.5.

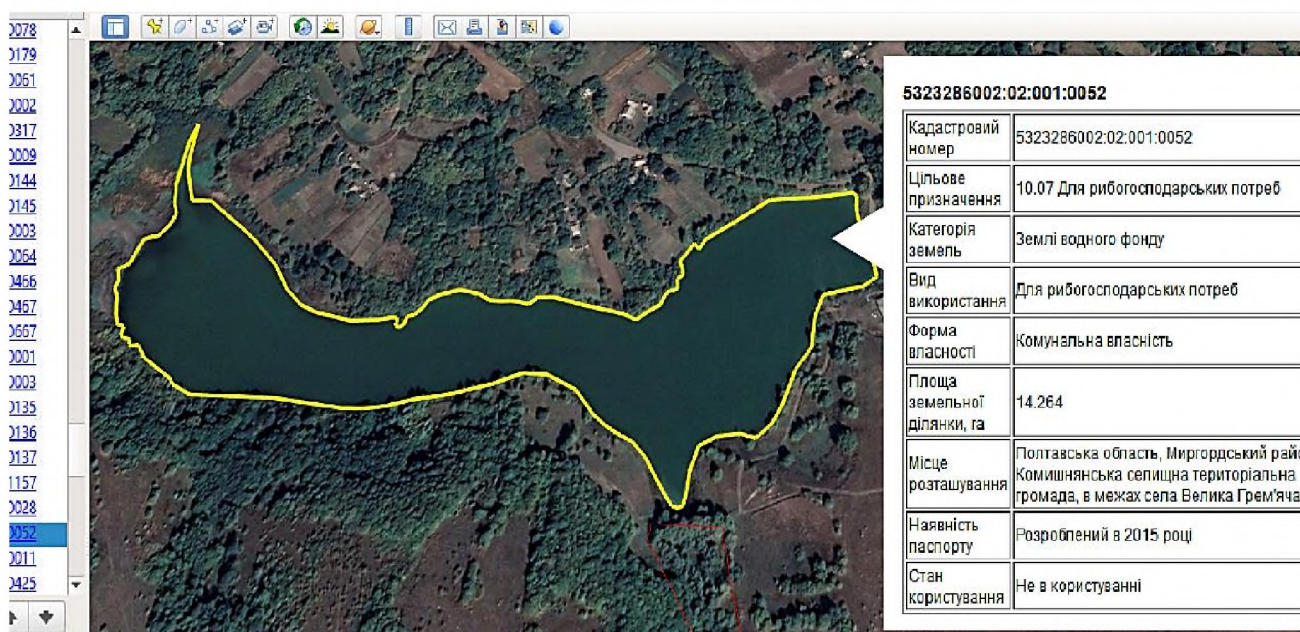


Рисунок 2.5 – Приклад опису даних водного об'єкта в Google Earth

Інструментарій сервісу призначений для уточнення меж обраного об'єкту (земельної ділянки, водного об'єкта або ін.), налаштування візуальних ефектів (товщини ліній, заливки), способів збереження проєктів (на е-диск або в KML-формат). Приклад використання сервісу зі створення нового проєкту показано на рис. 2.6. разом із меню для роботи з об'єктом на карті.

Основним методом є обведення контурів, встановлення координат та обчислення основних фізичних атрибутів.

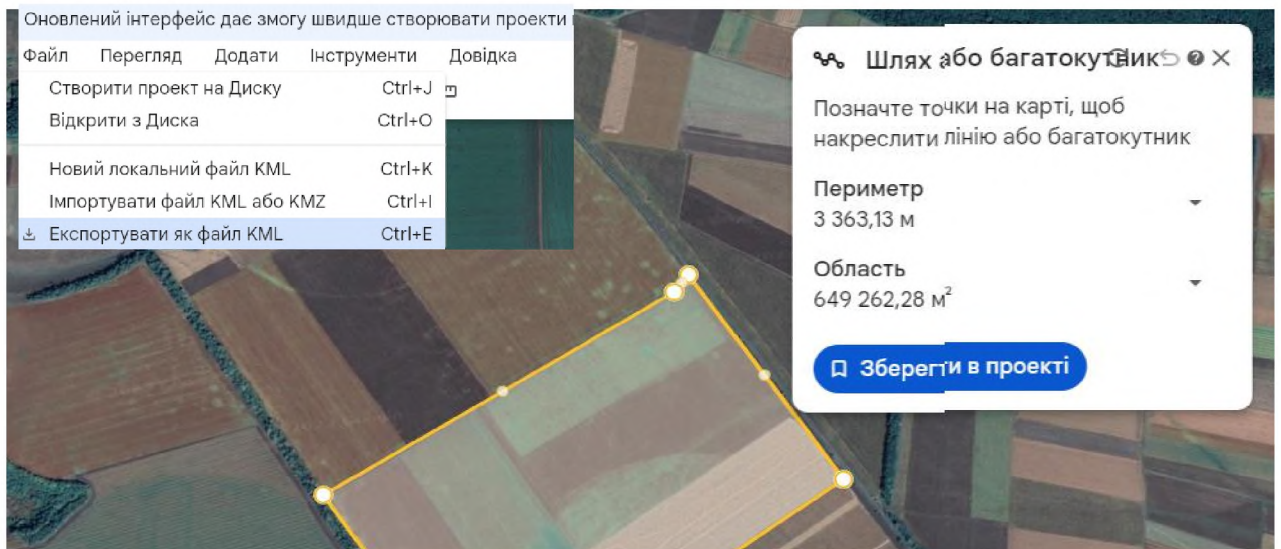


Рисунок 2.6 – Приклад створення нового проєкту в Google Earth

Однак, як було зазначено в розділі 1, перелік інструментарію, який може бути залучений до розв’язання завдань з моніторингу водних об’єктів, має набагато ширший асортимент. Це дає змогу обрати оптимальні системи для роботи із врахування витрат чи інших параметрів.

Однією з альтернативних програм для створення географічних об’єктів є Soft.Farm – сучасне хмарне IT-рішення для агровиробників [33], яке дає можливість об’єднати дані в один формат. Серед інструментів цієї інформаційної системи, які впроваджені для контролю різних показників є:

- агротехнологія;
- спутникові знімки;
- агроскаутинг;
- метеоспостереження;
- картограми [33].

У вебдодатку є інструменти, за допомогою яких розробляється чіткий контур, записується назва кадастрового номеру, площа даного об’єкта, після чого лініями обводиться об’єкт. Система використовує вебсервіс Google, який має цифрову карту поверхневих об’єктів у реальному часі. Алгоритмізація водних об’єктів дозволяє бачити всю карту та знаходити розбіжності між фактично оброблюваними площами та документальним оформленням (рис. 2.7).

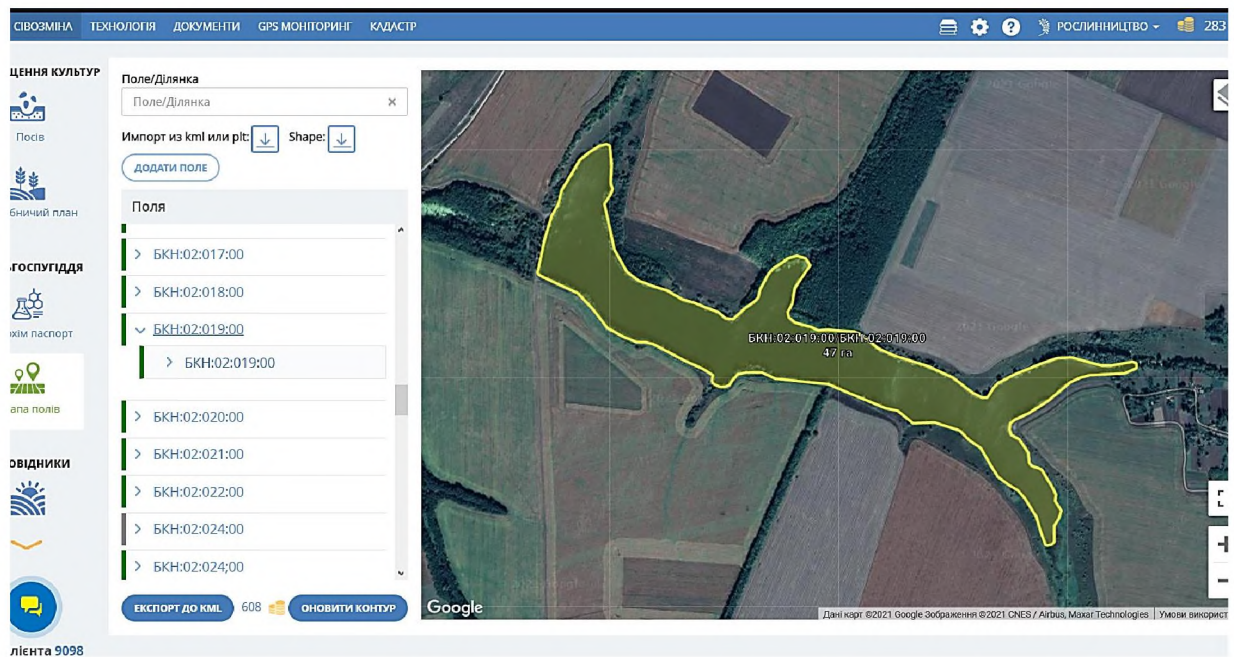


Рисунок 2.7 – Приклад обведеного контуру водного об’єкта у Soft.Farm

Як бачимо, у вебдодатку є інструменти, за допомогою яких розробляється чіткий контур як об’єкт водного дзеркала, де записується назва кадастрового номеру, площа даного об’єкта, після чого лініями обводиться сам об’єкт. Якщо підприємство використовує підписку на доступ до кадастрових реєстрів, то на зображенні можна побачити також кадастрові номери та їх стан на даний момент. Якщо поряд з кадастровим номером є зелена смужка, то це означає, що вся інформація про кадастровий номер занесена до бази даних та відмічена на карті. Якщо поряд із кадастровим номером є сіра смужка то інформація відсутня. Інформація кадастрових ділянок зберігається у форматі KML, що дає змогу використовувати дану карту в інших програмних забезпеченнях.

Основною метою уточнення контурів водних об’єктів та їхньої площі є проведення економічних розрахунків та аналітики. Упровадження на підприємстві інформаційної системи дає можливість використовувати безкоштовно базові сервіси без допоміжних витрат. Здібність створення інтерактивної карти залежить від досвіду і навченості працівника.

Компанія Quartsoft підписала угоду з Полтавським державним аграрним університетом, де є можливість навчитися працювати з інформаційною системою Soft.Farm [34].

Збереження повної інформації про ділянку в файл формату KLM дає можливість завантажити ці дані у будь-який інший додаток, оскільки це спеціальний формат для геоданих. Порівняльні характеристики двох названих систем представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняння систем для створення інтерактивних карт

Назва системи	Ключові можливості і переваги використання	Системні вимоги до програми
Google Earth	<ul style="list-style-type: none"> – програма є безкоштовною для використання; – має можливість перегляду місцевості більш детально; – для роботи з об'єктом можливість використовувати величезні шари даних; – дана програма оновлюється за допомогою інтернету.; – дозволяє перегляд місцевості за допомогою 3d моделювання; – можливість ведення інформації за допомогою мови html; – змога виділення об'єкта за допомогою кольорів. 	<ul style="list-style-type: none"> – ОС Windows 10 або новіша; – ОС Mac X10 або новіша; – Ubuntu 14Fedora 23 (або еквівалент);
Soft.Farm	<ul style="list-style-type: none"> – програма має безкоштовні модулі та частково функціонал для використання; – має можливість перегляду місцевості більш детально; – можливе використання одного шару для об'єкта; – оновлення створюється автоматично через інтернет; – встановлений електронний вимірник місцевості. 	<ul style="list-style-type: none"> – Інтернет браузер Chrom або інший; – ОС Windows 10 або новіша; – ОС Linux

Згідно проведеного вивчення обох систем (див. табл 2.2) можна вважати, що інструментарій доволі зручний в частині збору і збереження інформації про геозони в загальному порядку, але має специфіку у зв'язку з призначенням систем. Google Earth використовується як базовий шар для багатьох інших спеціалізованих ГІС [35]. Soft.Farm готує і зберігає дані про земельні ділянки в контексті діяльності агропідприємств і є незамінним при дотриманні правил точного землеробства.

Для створення механізації обміну інформації які записані у системі БД та обведеними позначеннями на інтерактивної карти, побудовані інструменти які дають змогу зв'язати інформацію з об'єктами інтерактивної карти. Головним призначенням цієї процедури слугує перенесення даних в опис обведеної річки

прикладом якого є розташування водної місцевості, до якого року річка в оренді, скільки гектарів водного плеса, за допомогою якої можливе отримання від запитів БД.

Алгоритм об'єднання обміну інформації:

- відкривається система БД з заповненими таблицями створюються запити по кожному параметру інформації про водні об'єкти;
- після чого відкривається програма інтерактивної карти з обведеними об'єктами;
- в системі інтерактивної карти можливе завантаження одного об'єкта або багатьох об'єктів програми Access або Excel;
- після завантаження файлу у систему інтерактивної карти, кадастрові номери знаходять з БД відповідний номер та зв'язуються інформацію.

Практичність цього методу перенесення лежить у тому, що робить з іншими об'єктами карти: вони можуть бути не тільки створеними, але що водні об'єкти збігалися з інформацією, яка занесена в таблицю.

Розробники ГІС використовують метод геообробки для перенесення інформації з БД у різні формати, щоб об'єднати певний набір інформації аналогічним також є втілення пакетної обробки БД.

Геообробка застосовується на протязі всієї роботи ГІС. Вона дає можливість в автоматизації управління даними, та відповідним чином у розробленій картографії.

ГІС – дані використовують великий розмір а також велику кількість виділених елементів.

Щоб побудувати протекцію графічних наборів даних повинні спеціальні засоби редагування. Для протекції цілісності та поведінки географічних об'єктів повинно використовуватися компетентні обробки які виконуються за певними командами і впровадженими функціями:

- розподілені географічні БД: їхньою метою лежить невелика частина порівняно з провідною БД. Для роботи потрібна синхронізація для зміни інформації в кожному з цих баз;

– автономне редагування дає можливість відв'язувати деякі елементи від БД для її перенесення непідлеглої від системи.

За допомогою алгоритму передання завбачається взаємодія між великою кількістю ГІС, організацій та систем. За допомогою ГІС користувачі мають змогу використовувати даний метод для власних потреб. Продуктивність головної методики є виконання галузевих стандартів та універсальних побудов ГІС для виконання ефективного процесу та великих положень даної технології.

У системі БД виконується оновлення інформації для коректної роботи, з оновленнями використовується функція підтримки транзакції. У процесі передавання даних ГІС використовують особливу архітектуру яка допоможе гарантовано працювати у централізованій корпоративній мережі.

Підтримка ГІС в мережі дає можливість упорядкувати з'єднання накопиченої інформації, що дасть можливість скористатися даними в утилітарних проектах.

Для висвітлення інформації користувачам використовують вебсайти. Першорядний сайт є каталоговим порталом ГІС, який наділяє користувача для подання інформації та інтерактивної карти з метою пошуку та використання певної інформації у своїх цілях [36].

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ОБЛІКУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У БАЗІ ДАНИХ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Отримання інформації та занесення її в БД

Окремі дозволи та рекомендації були надані співробітниками компанії ТОВ «Кварт Софт» у межах роботи за договором про співпрацю з ПДАУ [38]. Кінцевою метою експериментальної частини було розроблення практичних рекомендацій для ефективного використання ГІС у територіальних громадах для нагальних потреб.

Перед початком роботи потрібно отримати інформацію про паспорти водних об'єктів в Департаменті агропромислового розвитку Полтавської області, 8 файлів знаходилися в системі Excel та займали великий обсяг, після отриманої інформації було вибрано програму Access, яка підходить для швидкої та зрозумілої розробки та має великий функціонал.

Для створення БД потрібно зробити таблиці, після чого всі дані занести до неї, але занесення великої кількості даних буде займати велику кількість часу, тому в програмі можливий експорт даних. Процедура імпорту не важка, з таким може впоратися навіть не кваліфікований користувач.

Алгоритм імпорту інформації Excel в систему БД:

Крок 1: потрібно знайти вкладку «зовнішні дані» після чого натискаємо кнопку «створення джерела даних» де відкривається під вкладка, потім знаходимо пункт «із файлу» та обираємо систему Excel.

Крок 2: в полі «ім'я файлу» знаходимо наш відповідний файл та натискаємо кнопку «ОК».

Крок 3: потім потрібно поставити відмітку, щоб перший рядок був не текстом таблиці, а знаходився підпунктами стовпців, натискаємо «Далі».

Крок 4: при імпорту можливо встановити ключ на певний рядок, та створити пріоритет для зв'язування таблиць.

Крок 5: вводимо назву таблиці, після чого натискаємо кнопку «Готово».

На панелі швидкого доступу відобразився файл Excel з заповненими даними. Такий алгоритм потрібно повторити з іншими файлами Excel (рис. 3.1).

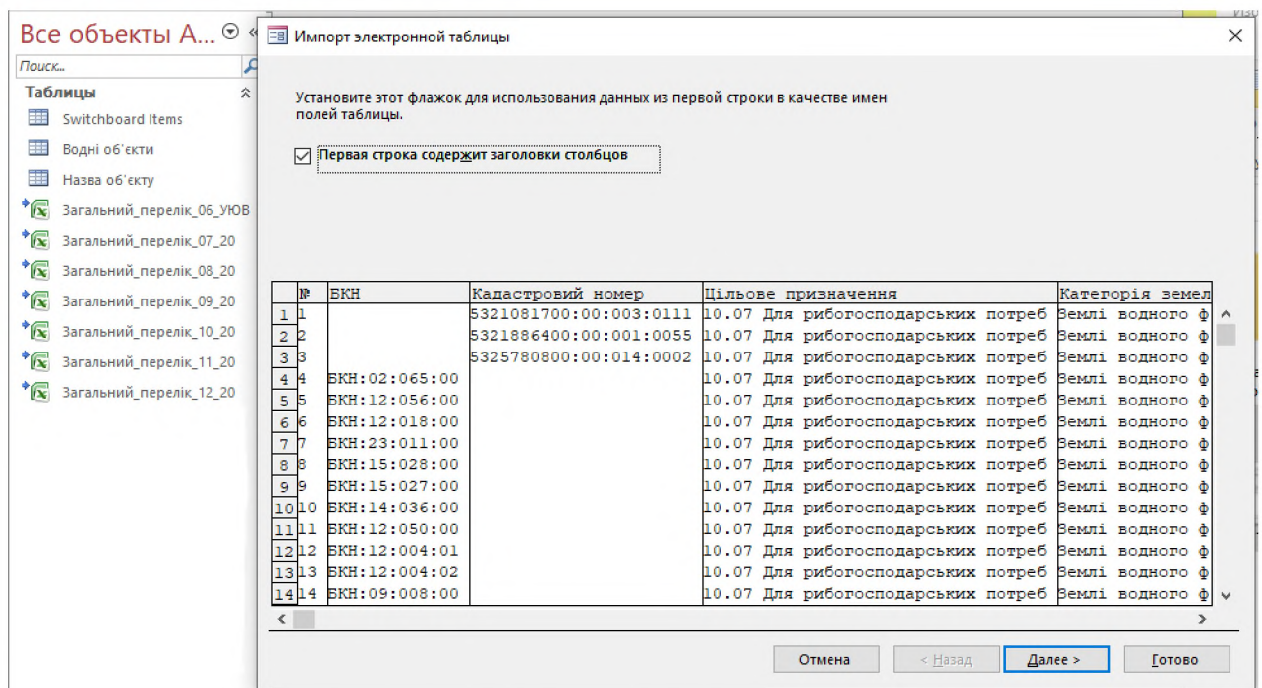


Рисунок 3.1 – Імпорт даних з Excel в програму Access

Після занесення інформації в БД потрібно створити таблицю після чого всі дані занести до неї. Відкриваємо імпортований файл, копіюємо дані та вставляємо до таблиці, повторюємо такий алгоритм з іншими файлами (рис. 3.2).

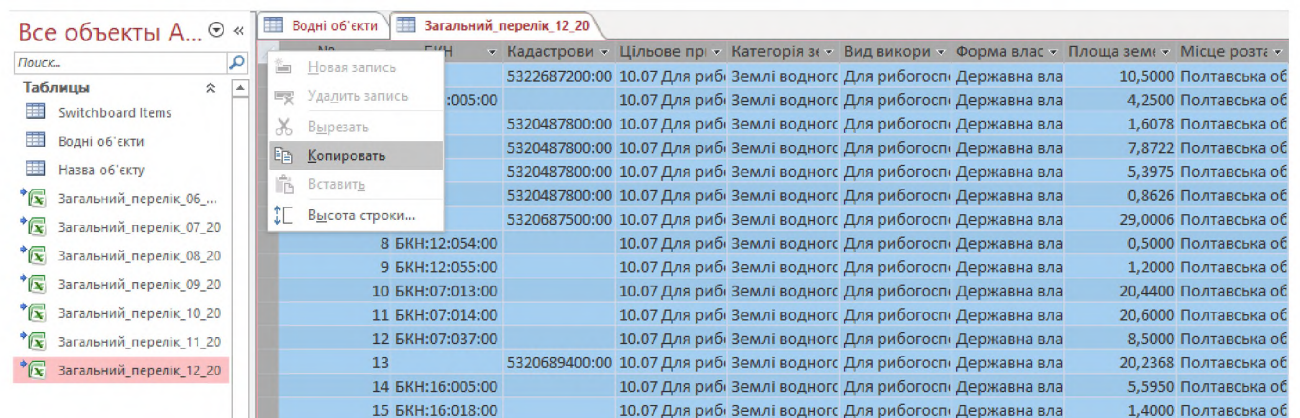


Рисунок 3.2 – Перенесення даних до таблиці

Вся інформація занесена в таблицю, але її забагато, щоб знаходити певну інформацію серед великої кількості даних. Пошук займе велику кількість часу, тому для цього потрібно виконати запит даних для вибірки введеної інформації. Для цієї задачі функціональним буде запит з параметром, коли конкретний критерій пошуку уводиться в діалоговому режимі. Попереднє створення запиту відбувається в режимі конструктора. Алгоритм створення запитів даних:

Крок 1: знаходимо на панелі доступу вкладку «Створення» та натискаємо «Конструктор запитів» після чого відкривається запит.

Крок 2: з'являється вікно в якому додаємо певну таблицю.

Крок 3: після додавання таблиці вибираємо певний рядок для запиту інформації, який з'являється в нижній частині програми.

Крок 4: в рядкові «Поле» з'явилась назва стовпця, а у рядку «ім'я таблиці» назва таблиці, після чого потрібно у рядку «Критерії відбору» написати текст [Введіть БКН].

Крок 5: після проведених маніпуляцій зберігаємо запит, який відобразився у панелі швидкого доступу.

Подібним чином потрібно зробити такі самі запити для стовпців як «Кадастровий номер», «Наявність паспорту» та «Стан використання» (рис. 3.3).

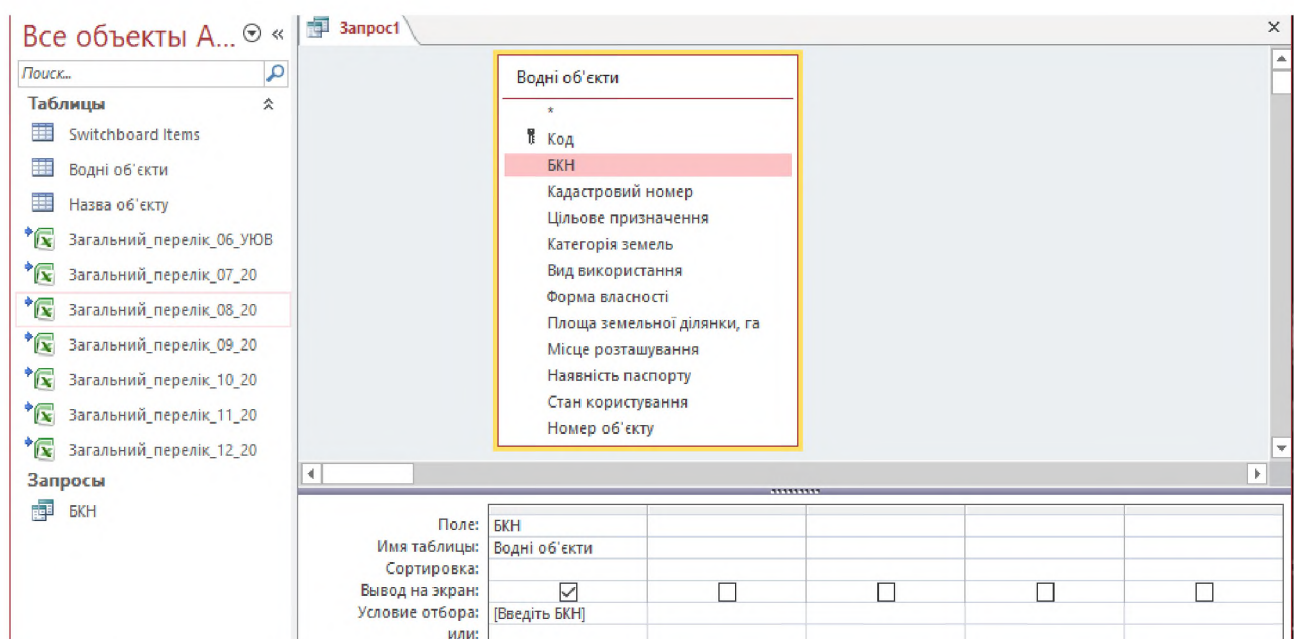


Рисунок 3.3 – Створення запиту з параметром в режимі конструктора

Розробивши запити для пошуку інформації в БД, розробляються макроси, які використовуються при запиті на відкриття певної таблиці, в якій знаходиться пошукова інформація. Алгоритм створення макросів:

Крок 1: знаходимо на панелі інструментів вкладку «Створення» та знаходимо кнопку «Макрос», натискаємо її, після чого відкривається макрос.

Крок 2: з'являється вікно з полем, в якому вибираємо команду для відкриття запити. Прикладом таких команд є «Відкрити таблицю», «Закрити БД», «Знайти запис».

Крок 3: зберігаємо макрокоманду (рис. 3.4).

Подібну команду потрібно виконати для всіх створених запитів.

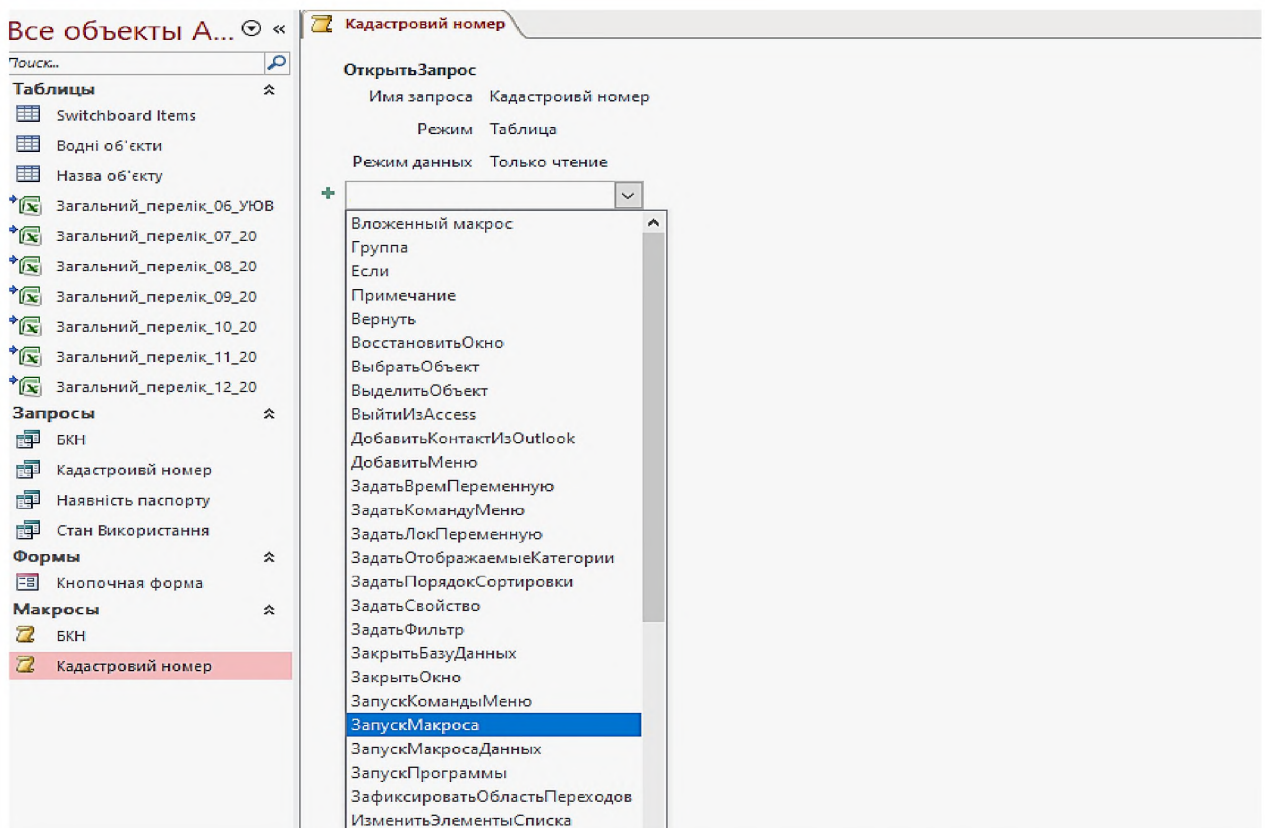


Рисунок 3.4 – Розробка макрокоманди (макросу)

Після розробки макросів, для їх реалізації потрібно розробити кнопкову форму яка слугує головною сторінкою та влаштованим меню в якому є таблиці та запити на знаходження інформації, а також є можливість переходити між вкладками та виходити повністю з програми.

Для зручності користування в базах даних використовують різноманітні форми, які є своєрідним пунктом управління об'єктами БД, задачами. Алгоритм створення кнопочкої форми наступний.

Крок 1: для роботи з кнопочкою формою потрібно в «Параметрах» знайти «Диспетчер кнопочкових форм» та зберегти на панелі швидкого використання.

Крок 2: відкривши кнопочкову форму з'являється вікно, в якому створюються кнопки.

Крок 3: натиснувши на кнопку «Створити», відкривається вікно, в якому потрібно вести назву, яка буде відображатися на головній сторінці кнопочкої форми.

Крок 4: натискаємо на створену кнопку, де також потрібно розробити ще одну кнопочкову форму з пунктами, які при натисненні буде виконувати макрос - команду на відкривання запиту. Для реалізації пунктів потрібно натиснути на кнопку «Створення», де відкривається вікно.

Крок 5: у відкритому вікі, в комірці «Текст» водимо назву запита, в налаштуваннях знаходимо команду «Виконати макрос», а в полі «Кнопочкова форма» вибираємо макрос запитом веденої назви та натискаємо «ОК».

Крок 6: створивши макроси потрібно також створити кнопку яка буде повертати до головної сторінки, для того щоб розробити потрібно натиснути на кнопку «Створення» після чого відкривається вікно в якому водимо назву команди а в полі кнопочкова форма вибираємо пункт «Головна кнопочкова форма» та натискаємо «ОК».

Крок 7: щоб головна сторінка функціонувала ефективніше потрібно створити кнопку яка буде виконувати зберігання та вихід з програми, для створення потрібно у вікнові головної сторінки в полі «Назва» вести назву «Вихід» а в полі команда «Закрити програму» після чого натискаємо «ОК». При відкриті програми вона завжди буде відкриватися самою першою (рис. 3.5).

Для перегляду водних об'єктів додатково створено таблицю, яка була розділена на дві комірки і містила в собі відфільтровані дані та поділені один від одного кадастрові номери та БКН [36-37].

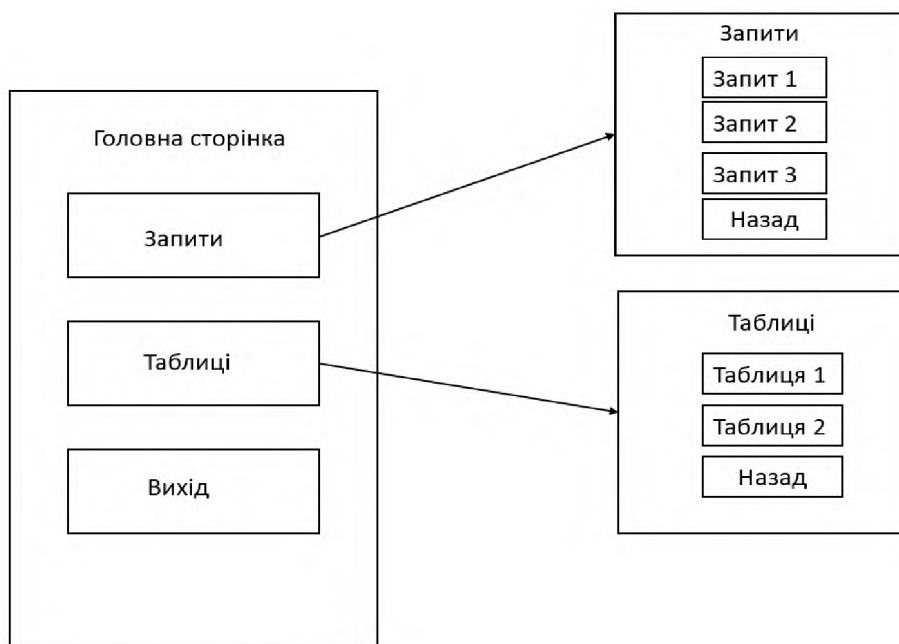


Рисунок 3.5 – Схематичний макет кнопкової форми в БД

Додатковим завданням було розробити гіперпосилання на паспорт водного об'єкта у форматі .pdf. Алгоритм створення гіперпосилання наступний.

Крок 1: заходимо у створену таблицю з даними, після чого переходимо у вікно «Конструктор таблиць».

Крок 2: в колонці «Ім'я поля» знаходимо запис із назвою «Наявність паспорту», де з правої сторони в колонці «Тип даних» потрібно змінити параметр на гіперпосилання.

Крок 3: для роботи з гіперпосиланням потрібно .pdf файл завантажити у систему Google диск, у якій ставимо параметри тільки для перегляду, та копіюємо посилання.

Крок 4: у поле з інформацією через решітки вставляємо посилання для відкривання файлу.

Після зв'язування файлу перевіряємо створену роботу та виконуємо алгоритм для інших даних, що знаходяться в таблиці. Перелік створених гіперпосилань на pdf-файли у таблиці «Водні об'єкти» бази даних показано в додатку В. Зазначимо, що тут оброблена інформація, яка зберігалася за попередні роки. Завдяки базі даних доступ спростився.

3.2 Алгоритм візуалізації векторних об'єктів інтерактивної карти

Після створення БД з інформацією про водні об'єкти для їх показу використовують інформаційну систему Soft.Farm. Для відображення місцевості водних об'єктів використовують вебдодаток Google Maps. Щоб створити інтерактивну карту, були видані паспорти водних об'єктів, які мали дані про кадастровий номер, розмір водного дзеркала, та наочне зображення водного об'єкта. Алгоритм створення інтерактивної карти по крокам наступний.

Крок 1: щоб розробити карти потрібно натиснути кнопку на боковій панелі «Додати поле», де відкривається вікно.

Крок 2: вписуємо інформацію про водний об'єкт, в полі «Назва об'єкта» водимо кадастровий номер, а в «Площа об'єкта» вказуємо гектари водного об'єкта та зберігаємо дані. Також можливо занести дані за допомогою імпорту, якщо водний об'єкт був вже створений раніше.

Крок 3: номер водного об'єкта з'явився на боковій панелі та має сіру смужку, відкриваємо номер об'єкта (рис. 3.6).

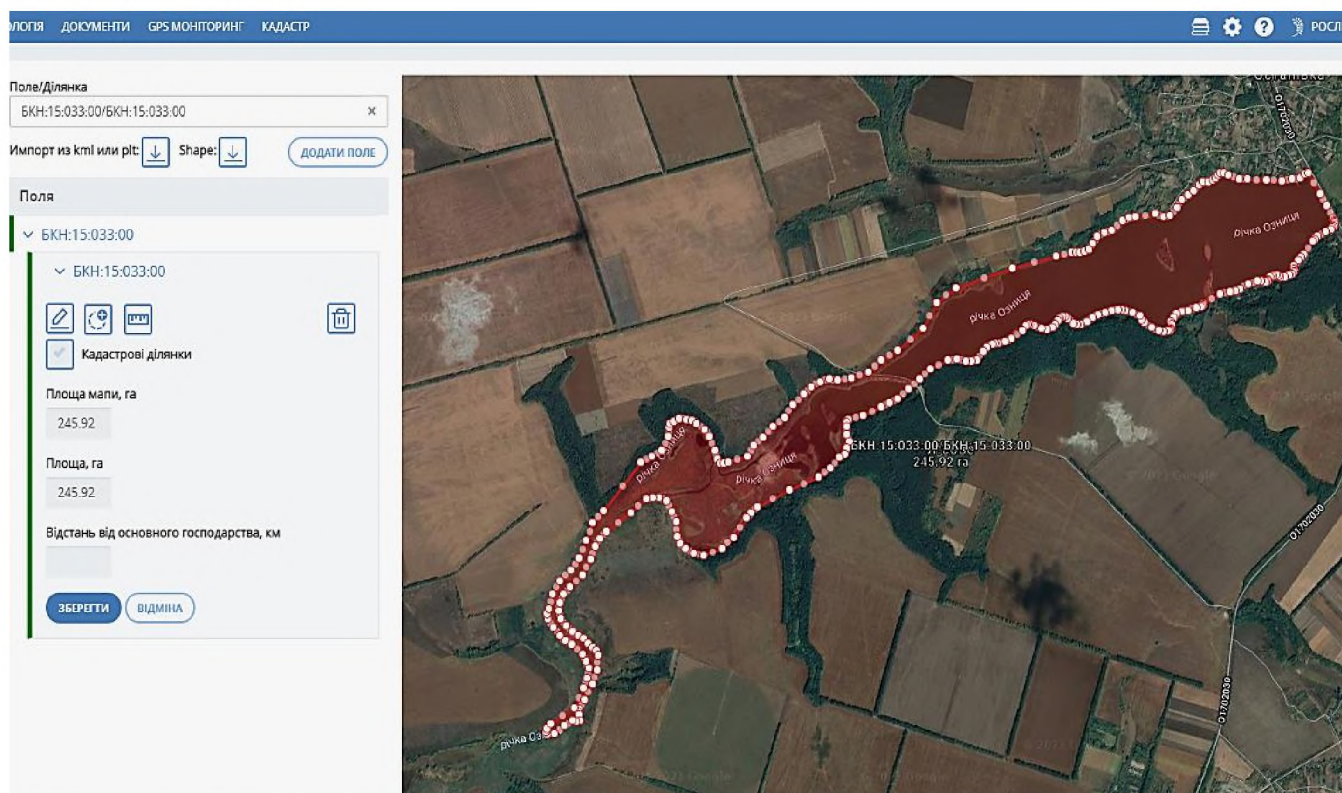


Рисунок 3.6 – Створення водного об'єкта в інформаційній системі Soft.Farm

Крок 4: знайшовши на карті місце водного об'єкта, натискаємо «Створити об'єкт», і лініями обводимо контур об'єкта та зберігаємо.

Крок 5: після створення контуру водного об'єкту площі може бути забагато і не співпадати з зазначеною площею, для зберігання пропорції контури можливо перетягувати поки не з'явиться число відповідне заданому та закруглюються краї об'єкта за вподобою водного дзеркала.

Крок 6: Після обведення контуру зберігаємо об'єкт, зробивши це смужка стає зеленого кольору.

Створивши БД водних об'єктів з обведеними об'єктами, створюється опис про кожний об'єкт, який знаходиться у pdf-файлах. Для їх здійснення потрібно на панелі навігації натиснути кнопку «Поля», після чого система переходить до таблиць з інформацією про об'єкти. В колонці «Примітки» вноситься гіперпосилання на файл паспорту водного об'єкта та зберігається (додаток Г).

Ідентичною до програми Soft.Farm, в ролі інформаційної системи Департамент агропромислового розвитку Полтавської області використовує Google Earth. Для перегляду інтерактивної карти, яка розроблялась у вебдодатку Google Earth потрібно скачати програму Google Earth Pro.

Алгоритм впровадження інтерактивної карти Google Earth:

Крок 1: для створення водного об'єкту потрібно зайти у браузер та відкрити електронну версію Google Earth.

Крок 2: на навігаційній панелі знайти кнопку «Проекти» та відкрити її.

Крок 3: відкривається вікно, в якому натискаємо кнопку «Створити об'єкт».

Крок 4: вибираємо, яким способом будемо створювати об'єкт за допомогою «Добавити мітку», «Нанести лінію або фігуру» або «добавити місцевість за результатом пошуку».

Крок 5: знаходимо місцевість водного об'єкта та обводимо водне дзеркало.

Крок 6: з'являється вікно у якому потрібно ввести назву водного об'єкту.

Крок 7: після чого закруглюємо кінці за вподобою водного дзеркала об'єкта та зберігаємо.

Крок 8: на панелі з виділеними об'єктами присутня кнопка, яка слугує для імпортування проекту у форматі KML.

Крок 9: заходимо в програму Google Earth Pro та додаємо створені файли.

Крок 10: для зміни кольору та прозорості об'єкта потрібно відкрити «параметри» та у вкладці «Колір та Стиль» видалити лінії та прозорість заливки після чого зберегти (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Створення водного об'єкта в інформаційній системі Google Earth

Після створення водних об'єктів та зміни кольору у програмі Google Earth Pro створюємо описи, які слугують інформацією про кожний водний об'єкт. Алгоритм створення гіперпосилання для таких файлів наступний.

Крок 1: занесення pdf-файлу в систему Google Диск та надання доступу тільки для перегляду, копіюємо посилання.

Крок 2: відкриваємо файл «Землі водного фонду», в якому знаходимо зі списку певний кадастровий номер, зберігаємо його окремо, при цьому змінюємо формат файлу на тип KML.

Крок 3: відкриваємо збережений файл, який для ідентифікації розділений двома ступенями - назвою та самим об'єктом виділеної площі водоймища,

правою кнопкою миші натискаємо по основній папці та вибираємо «властивості», відкривається нове вікно.

Крок 4: у вкладці заходимо Стиль та колір, де знизу находимо напис спливаюче вікно і у вільному вікні знизу вставляємо наш розроблений код HTML у рядку про «Наявність паспорту». Далі встановлюємо посилання на pdf-файл та зберігаємо створений код.

Крок 5: при наведенні на об'єкт з'являється опис водного об'єкта. Напис відображається синім кольором. Натиснувши на гіперпосилання, відкриваємо паспорт водного об'єкта (рис. 3.8).

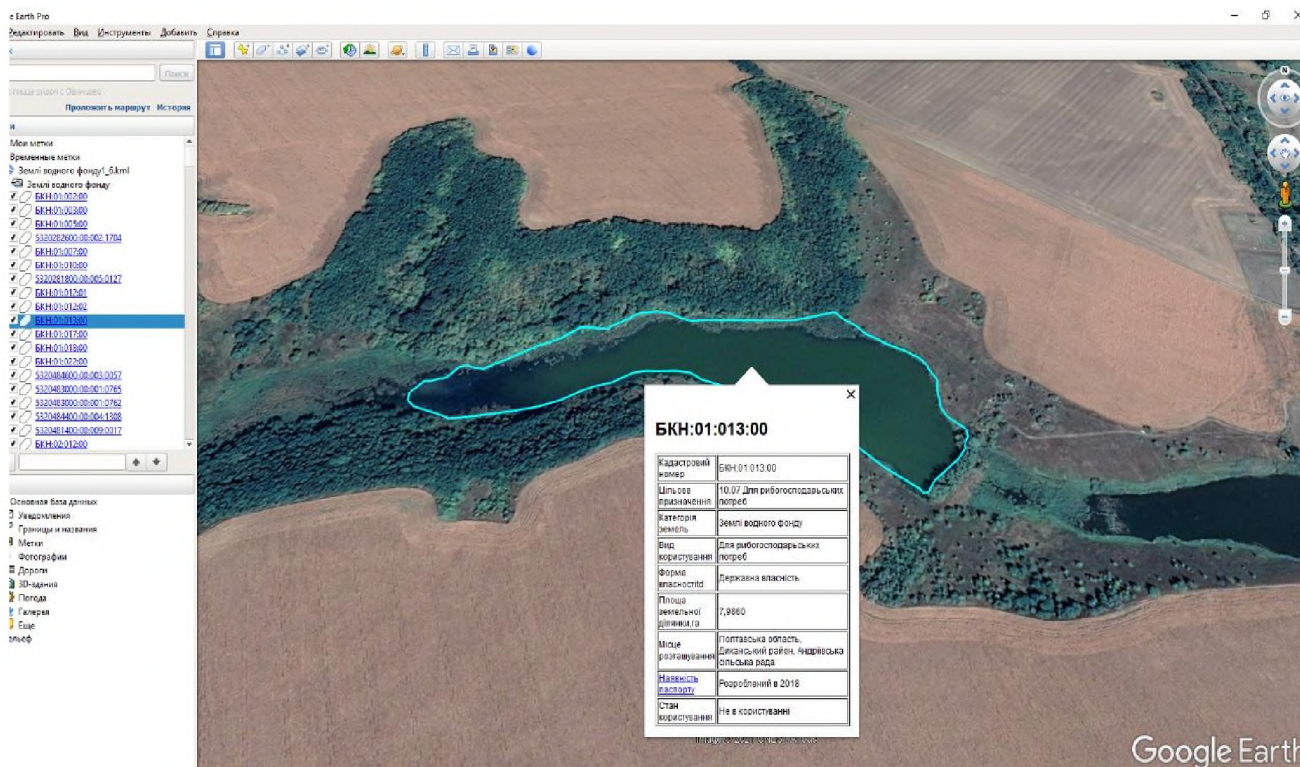


Рисунок 3.8 – Розробка опису даних водних об'єктів у Google Earth

Описаний вище алгоритм потрібно виконати аналогічно для всіх водних об'єктів, які підлягають моніторингу та впорядкуванню паспортних даних.

3.3 Обґрунтування ефективності розробленої методології моніторингу водних об'єктів на прикладі Полтавської області

Обґрунтування економічної ефективності використання ГІС для аудиту водних об'єктів полягає в тому, що ця технологія дозволяє отримати точну і актуальну інформацію про стан, позиціонування на карті, цінність та правовий статус водних ресурсів. Використання ГІС для аудиту водних ресурсів дозволяє знизити витрати на проведення обстежень, скоротити час на обробку та надання інформації, покращити якість та достовірність аудиторських висновків, підвищити прозорість та контроль за операціями з водними об'єктами.

Формули економічної ефективності використання ГІС для аудиту земельних ділянок можуть бути виведені на основі порівняння витрат і доходів, пов'язаних з застосуванням інформаційних систем. Витрати можуть включати в себе вартість придбання, установки, підтримки та оновлення ГІС, а також заробітну плату персоналу, який працює з ними. Доходи можуть складатися з економії часу та ресурсів, підвищення якості та точності аудиту, зменшення ризиків та помилок, покращення репутації та конкурентоспроможності аудиторської фірми.

Оцінка витрат на інформаційні технології здійснюється за двома основними напрямками: прямі й непрямі витрати [38]. Загальна сума прямих витрат може бути розрахована за формулою:

$$B_{\Pi} = B_{ТЗ} + B_{\text{ППЗ}} + B_{\text{ОП}} + B_{\text{ВСЗ}} + B_{\text{ПСП}} + B_{\text{У}} + B_{\text{РПЗ}} + B_{\text{І}}, \quad (3.1)$$

де $B_{ТЗ}$ – купівля персонального комп'ютера;

$B_{\text{ППЗ}}$ – купівля Microsoft Office для редагування інформації;

$B_{\text{ОП}}$ – оплата за створення БД;

$B_{\text{ВСЗ}}$ – соціальні заходи (не потрібні при створенні БД);

$B_{\text{ПСП}}$ – вартість систем спеціального призначення (використання Soft.Farm є безкоштовним, користування картами коштує 1000 грн. в місяць);

$B_{\text{У}}$ – підключення та проведення інтернету (500 грн. та оплата тарифного плану 400 грн/міс.);

B_{PI3} – купівля операційного забезпечення Windows 10 Professional (порівнявши суми на різних сайтах вигідний пакет коштує 1000 грн);

B_I – Навчання персоналу для роботи з БД (2400 грн за короткий курс).

Отже, підставляючи дані у формулу 3.1, прямі витрати [40] за рік орієнтовно складуть $B_{II} = 7500 + 17999 + 10000 + 0 + 0 + 5300 + 1000 + 1000 = 42799$ (грн).

Непрямі витрати обраховуються за формулою:

$$B_H = B_{H1} + B_{H2}, \quad (3.2)$$

де B_{H1} – витрати пов'язані з простоями, тобто вихід з ладу IC Soft.Farm;

B_{H2} – витрати пов'язані з людським фактором, наприклад пошкодження інтернет кабелю.

За оцінкою, $B_H = 3333 + 1333 = 4666$ (грн).

Розрахунок витрат на обслуговування інформаційних технологій за період їх щоденного циклу ведеться за формулою:

$$B_{UTP} = B_{OP} + B_{BC3} + B_{II} + B_I, \quad (3.3)$$

де B_{OP} – витрати на оплату програміста;

B_{BC3} – соціальні заходи (не враховуються в БД);

B_{II} – витрати на послуги других підприємств, а саме IC Soft.Farm;

B_I – навчання персоналу при вдосконаленні БД.

Підставляючи числові дані, які є усередненими на ринку IT-послуг [41], маємо

вартість утримання: $B_{UTP} = 10000 + 0 + 42799 + 1000 = 53799$ (грн).

Зрештою, визначення загальних витрат на проєкт буде розраховуватися за формулою:

$$B_{IT} = B_{II} + B_H + B_{UTP}. \quad (3.4)$$

Результуюче значення з урахуванням результатів (за формулами 3.1-3.3):

$B_{IT} = 42799 + 46660 + 53799 = 143258$ (грн).

Таким чином, при впровадженні технології для розробки БД підприємству потрібно затратити 42,799 тис. грн, щоб впровадити упорядковану систему для

контролювання даних про водні об'єкти. Повна вартість проекту оцінюється в 143,258 тис. грн.

За допомогою створеної БД, Департамент агропромислового розвитку мав змогу перейти з використання суто програми Excel в структуровану БД. За допомогою цього пошук, додавання, редагування інформації про водні об'єкти стало набагато швидшим. Тепер всі дані, які раніше зберігалися в різних форматах та документах, знаходяться в одному місці, що зменшує час на пошук потрібного документу.

Створивши БД Департамент мав змогу під'єднати до відповідних БКН та кадастрових номерів, які знаходяться в БД, pdf-файли з паспортами водних об'єктів.

Для того щоб будь-який користувач мав змогу переглянути карту йому потрібно завантажити додаток Google. Якщо користувач щось не зрозумів при встановленні додатку, на сайті департаменту є інструкція у pdf-форматі з покроковою допомогою по налаштуванню додатку.

Щоб повноцінно використовувати додаток потрібно завантажити додаткові матеріали для огляду водних об'єктів через додаток.

Також в майбутньому буде можливість оновити БД, а саме:

- зробити захист БД, надати співробітникам департаменту агропромислового розвитку код, за допомогою якого буде здійснюватися вхід в БД. Увівши код, працівник зможе побачити саме ту інформацію, до якої має доступ;
- з часом краще всього перенести БД на хмарний сервер, за допомогою якого доступ до БД буде здійснюватися з будь-якого місця (географічно віддаленого) при наявності інтернету та персонального комп'ютера.

На перспективу планується розробити спеціальний мобільний додаток, щоб мати можливість використання БД через мобільні пристрої.

ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є детальне вивчення різних видів геоінформаційних систем, їхнього інструментарію та розроблення методології обробки і візуалізації даних, виконане з метою вибору оптимальних програмних додатків та методів обробки геоданих для виконання завдань з обліку та моніторингу стану господарського використання поверхневих водних об'єктів. За підсумками роботи можна зробити наступні висновки.

1. Проведено порівняльний аналіз характеристик ПЗ для створення БД (MS Access, Porta Base, Kexi, NuBuilder, LibreOffice), на основі якого зроблено висновок про доцільність використання MS Access. Такий підхід дозволяє співробітникам Департаменту агропромислового розвитку додавати, редагувати інформацію про водні об'єкти, а також упорядкувати систему її зберігання згідно вимог існуючого законодавства.

2. Основним продуктом візуалізації роботи з геоданими є електронні карти, які завдяки удосконаленому інструментарію, можуть бути надзвичайно інформативним, інтерактивними, якісними, динамічними. Для процесу візуалізації географічних об'єктів в роботі запропоновано використовувати ПЗ Google Earth, яке забезпечує, крім основного функціоналу, додаткові можливості щодо інтеграції створеної БД з іншим прикладним ПЗ, наприклад, Soft.Farm.

3. На основі проведених досліджень розроблений алгоритм візуалізації векторних об'єктів інтерактивної карти. Він дозволяє на основі інформації, що відображається, виявляти розбіжності між фактично оброблюваними площами та документальним оформленням, а також показувати на електронній мапі полів аграрного підприємства статус водного об'єкту з метою можливості оформлення його оренди. З цією метою на інтерактивній карті наводиться інформація про паспорти водних об'єктів. За допомогою автоматизації системи можливе створення звітів певної форми та змісту. В роботі розроблені рекомендації щодо практичної реалізації запропонованого алгоритму.

4. Порівняльні характеристики доступних для кожного користувача ГІС-технологій демонструють схожість базового інструментарію для створення інтерактивних карт, обробки геоданих, виконання імпорту, експорту файлів даних у відповідних форматах (KLM та інших), збереження даних на локальних та віртуальних дисках, наявність виразних засобів оформлення та демонстрування даних.

5. Подальші дослідження доцільно спрямувати на залучення хмарних обчислень шляхом розгортання БД у гібридній хмарі, розширенню варіантів відображення статусу водних об'єктів (наприклад, оренда, приналежність об'єкту до діяльності акціонерних товариств), введення додаткових інтерактивних режимів інтерфейсу з метою оперативного формування звітів згідно вимог керівництва державної установи та ін.

Таким чином, результатами роботи є: БД водних об'єктів для забезпечення управлінської діяльності Департаменту агропромислового розвитку, алгоритм візуалізації векторних об'єктів на прикладі інтерактивної карти водних об'єктів державної власності на території Полтавської області. Вони можуть бути використані для подальших досліджень за даною тематикою та при проектуванні інформаційних систем.