

МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ФІНАНСІВ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему:

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ
ЛІСНИЦТВОМ

Здобувача вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня, IV курсу, групи КБ-20-1, спеціальності 122
«Комп'ютерні науки», освітня програма «Інформаційні
управляючі системи і технології (за галузями)»



(підпис)

Носов Єгор
Костянтинович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник



(підпис)

Омельчук Антон
Анатолійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові,
науковий ступінь, вчене звання)

Керівник освітньо-
професійної програми



(підпис)

Омельчук Антон
Анатолійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий
ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту за рішенням кафедри комп'ютерних та інформаційних
технологій і систем протокол від «22» травня 2024 № 15

Завідувач кафедри



(підпис)

Філоненко Михайло
Миколайович, к.ф.-м.н.,
доцент
(прізвище, ім'я, по батькові,
науковий ступінь, вчене звання)

Ірпінь – 2024

Реєстрація № 27

27.05.2024

(дата)



(підпис відповідальної особи)

Результати перевірки

до захисту

(до захисту, на доопрацювання)

22.05.2024

(дата)



(підпис)

Результат захисту

5 (відмінно)

(оцінка)

06.06.2024

(дата)



(підпис)

Голова комісії:



(підпис)

В.М. Франчук

Члени комісії:



(підпис)

М.М. Філоненко



(підпис)

С.М. Грищенко



(підпис)

В.О. Ніжегородцев

БЛАНК ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.Б.: керівника, голови комісії членів комісії, секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Зміст випускної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	29		06.06.2024 Франчук В.М.
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	9		Філоненко М.М.
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	4		Грищенко С.М.
4. Рецензент	від 0 до 5	5		Ніжегородцев В.О.
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	47		Суховерхівка Л.П.

Оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником - 46 балів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.Б.: голови, членів комісії, секретаря, (підпис)
93	A	5 (відмінно)	06.06.2024	Франчук В.М.
				Філоненко М.М.
				Грищенко С.М.
				Ніжегородцев В.О.
				Суховерхівка Л.П.

ПРАВИЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНОК ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	
60-69	D	
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	FX	2 (незадовільно)

Факультет фінансів та цифрових технологій

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма: «Інформаційні управляючі системи і технології (за галузями)»

Затверджую

Завідувач кафедри

« 23 » 10 2023



Філоненко М.М.

**Завдання на випускню кваліфікаційну роботу
здобувачу вищої освіти**

Носову Єгору Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи розробка інформаційної системи для управління лісництвом

Затверджена наказом ректора від «20» жовтня 2023 № 1411

2. Строк здачі закінченої роботи «20» травня 2024

3. Мета роботи розробка інформаційної системи для покращення процесів управління лісництвом та лісними господарствами.

Об'єкт дослідження інформаційні системи.

Предмет дослідження процес створення інформаційної системи.

Орієнтовна база дослідження додаток «SMALLFOREST», ДП «Ліси України».

4. Вихідні дані до роботи методи та підходи до розробки та створення інформаційної системи.

5. Зміст кваліфікаційної роботи

ВСТУП;

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЛІСОВИХ ГОСПОДАРСТВ; 1.1. Історія та сучасний стан лісництва в Україні. 1.2. Інформаційні системи. Геоінформаційні системи. 1.3. Компанія ESRI та геоінформаційна система (ГІС) ArcGIS Pro. 1.4. Мобільний додаток «SMALLFOREST» та ДП «Ліси України».

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ; 2.1. Основні відомості про ArcGIS Pro та ArcGIS Online. 2.2. Розробка бази геоданих. 2.3. Створення додатку взаємодії з картою та геоданими.

РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ; 3.1. Удосконалення одержаних результатів. 3.2. Пропозиції для покращення роботи з додатком. 3.3. Потенційне модернізування бази геоданих.

ВИСНОВКИ;

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ;

ДОДАТКИ.

7. Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	Фактично
1	2	3	4
1	Вибір теми, підбір літературних джерел, формування структури кваліфікаційної роботи	До 15.10.2023	До 15.10.2023
2	I розділ (розкрити сутність і стан дослідження наукової проблематики роботи, після чого навести її загальну характеристику; огляд літератури за темою і вибір конкретних напрямів досліджень)	29.12.2023	29.12.2023
3	II розділ (аналіз експериментальної частини про методики досліджень)	15.02.2024	15.02.2024
4	III розділ (проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження та проєктні рішення)	15.04.2024	15.04.2024
5	Висновки	01.05.2024	01.05.2024
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	06.05.2024	06.05.2024
7	Отримання відгуку керівника	28.05.2024	28.05.2024
8	Отримання зовнішньої рецензії	30.05.2024	30.05.2024

8. Дата видачі завдання «23» жовтня 2023

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи


(підпис)

Омельчук А.А.
(прізвище, ініціали)

10. Керівник освітньо-професійної програми


(підпис)

Омельчук А.А.
(прізвище, ініціали)

11. Завдання до виконання отримав здобувач вищої освіти


(підпис)

Носов Є. К
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розробка інформаційної системи для управління лісництвом

Мета роботи полягає в розробці інформаційної системи для управління лісництвом та лісними господарствами.

Завданнями роботи є:

- Проведення аналізу предметної області.
- Створення картографічної візуалізації.
- Розробка геоданих.
- Створення додатків.
- Оптимізація продуктивності та швидкодії.

Предметом дослідження є розробка інформаційної системи.

Об'єктом дослідження є інформаційні системи.

Базою дослідження виступає додаток «SMALLFOREST», ДП «Ліси України».

За результатами дослідження сформульовані методика та етапи реалізації геоінформаційної системи.

Одержані результати можуть бути використані при оптимізації управління лісництвом та лісним господарствами.

Кваліфікаційна робота містить 61 сторінка, 1 таблиця, 23 рисунка, список використаних джерел 45 найменувань, 1 додаток.

Ключові слова: геоінформаційна система, ESRI, ArcGIS Pro, ArcGIS Online, доступність, зручність, інформація.

Рік виконання кваліфікаційної роботи 2024

Рік захисту роботи 2024

ABSTRACT

Development of an information system for forestry management

The aim of this work is to develop an information system for forestry management.

The tasks of the work are as follows:

- Conducting analysis of the subject area.
- Creating of cartographic visualization.
- Developing of geodata.
- Creating applications.
- Optimizing performance and speed.

The subject of the research is the development of an information system.

The object of the research is information systems.

The research is based on the "SMALLFOREST" application, SE "Forests of Ukraine".

The results of the research include the methodology and stages of implementation of the geoinformation system were formulated.

The obtained results can be used to optimize the forestry management.

The qualification work consists of 61 pages, 1 table, 23 images, a list of 45 references, and 1 appendix.

Keywords: geoinformation system, ESRI, ArcGIS Pro, ArcGIS Online, accessibility, convenience, information.

Year of qualification work: 2024

Year of work defense: 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЛІСОВИХ ГОСПОДАРСТВ	6
1.1. Історія та сучасний стан лісництва в Україні.	6
1.2. Інформаційні системи. Геоінформаційні системи.	9
1.2.1. Інформаційні системи.	9
1.2.2. Геоінформаційні системи.	10
1.3. Компанія ESRI та геоінформаційна система (ГІС) ArcGIS Pro.	13
1.3.1. ESRI, або компанія, що спеціалізуються на ГІС.....	14
1.3.2. ArcGIS Pro, або програма, для створення ГІС.....	15
1.4. Мобільний додаток «SMALLFOREST» та ДП «Ліси України».	19
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1. Основні відомості про ArcGIS Pro та ArcGIS Online.....	23
2.2. Розробка бази геоданих.....	26
2.2.1 Класи геопросторових об'єктів.	26
2.2.2 База геоданих.	28
2.3. Створення додатку взаємодії з картою та геоданими.....	31
2.3.1. Функція Instant App. Шаблон: Manager.	31
2.3.2. Функція Instant App. Шаблон: Interactive Legend.	36
РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	44
3.1. Удосконалення одержаних результатів.....	44
3.2. Пропозиції для покращення роботи з додатками.....	44
3.2.1. Покращення роботи додатку «Manager».	44
3.2.2. Покращення роботи додатку «Interactive Legend».	46
3.3. Потенційне модернізування бази геоданих.	48
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51
ДОДАТОК А	56

ВСТУП

Роль інформаційних систем і технологій у розвитку суспільства складається в прискоренні процесів одержання, поширення і використання суспільством нових знань. Основними складовими цих процесів були збільшення обсягу що добувається, оброблюваної і переданої інформації. Графічне представлення кількості публікацій, винаходів, програм для ЕОМ і інших результатів інтелектуальної діяльності в залежності від часу показує стрибкоподібний (експонентний) ріст на рубежі 50-70х років. Ця графічна інтерпретація одержала назву «інформаційного вибуху» [1].

У сучасному світі, де ефективне використання природних ресурсів є важливою складовою сталого розвитку, лісництво займає центральне місце. Відповідальне та обґрунтоване ведення лісового господарства стає все більш актуальним завданням для збереження біорізноманіття та екологічної рівноваги.

Актуальність даної теми полягає в тому, що лісництво є одним із найважливіших компонентів ширшої індустрії послуг, відіграючи ключову роль у багатьох аспектах економіки та екології. Ліси забезпечують клієнтів різноманітними ресурсами, такими як деревина, дрова та інші лісові продукти, які мають велике значення для багатьох галузей промисловості. Попит на ці ресурси робить лісництво важливим джерелом доходу для місцевих громад, сприяючи економічному розвитку регіонів, де ведеться лісозаготівля.

Лісництво підтримує безліч пов'язаних галузей, зокрема виробництво меблів, паперу та інших виробів з деревини, створюючи робочі місця та стимулюючи економічне зростання. Крім того, ліси виконують важливу екологічну функцію, зберігаючи природні ресурси та сприяючи підтриманню біорізноманіття. Вони є домом для багатьох видів флори та фауни, захищають ґрунти від ерозії, регулюють водний баланс і поглинають вуглекислий газ, що допомагає в боротьбі зі змінами клімату.

Збереження лісів також має важливе соціальне значення, оскільки вони забезпечують рекреаційні можливості для населення, сприяють фізичному та психічному здоров'ю людей. У зв'язку з цим, сталий розвиток лісництва є критично важливим для забезпечення балансу між економічними потребами і екологічною стійкістю. Підтримка лісового господарства на належному рівні вимагає ефективного управління ресурсами, інноваційних підходів та дотримання екологічних стандартів.

Таким чином, актуальність цієї теми обумовлена її значенням для економіки, екології та суспільства в цілому. Лісництво не лише забезпечує важливі матеріальні ресурси, але й відіграє ключову роль у збереженні природних екосистем, підтримуючи здоровий і стійкий розвиток нашої планети. *Метою кваліфікаційної роботи* є розробка інформаційної системи для управління лісництвом та лісними господарствами. Зі сторони користувачів це досягається шляхом надання першим найпопулярніших пропозицій з найактуальнішою інформацією про ліси.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі *завдання*:

- Дослідження предметної області: Було проведено аналіз лісного бізнесу та визначено актуальність створення веб-сайту.
- Створення картографічної візуалізації: В рамках дослідження були вивчені сучасні способи створення карт.
- Розробка геоданих: Була проведена розробка бази геоданих, в якій міститься інформація щодо лісгоспів.
- Створення додатків: Були створені додатки для перегляду інформації.
- Оптимізація продуктивності: Було проведено оптимізацію додатків з метою забезпечення швидкої роботи.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є інформаційна система.

Предмет дослідження – розробка інформаційної системи для лісництва.

Методи дослідження – теоретичні – аналіз, узагальнення, систематизація законодавчої бази, матеріалів конференцій, Інтернет-ресурсів

для виділення теоретичних засад дослідження; *емпіричні* – аналіз досвіду роботи в даній галузі, для констатування стану розв’язання проблеми.

Базою дослідження є додаток «SMALLFOREST», ДП «Ліси України».

Наукова-практична значимість одержаних результатів. Забезпечення доступної та актуальної інформації для клієнтів дозволяє залучати більше замовників, підвищувати ефективність управління та забезпечувати успішну роботу в конкурентному середовищі.

Інформаційна система лісництва має велике практичне значення, оскільки є важливим інструментом для просування послуг лісничих господарств.

По-перше, наявність інформаційної системи сприятиме більш узгодженому контролю та розширенню лістингу лісного господарства.

По-друге, розробка інформаційної системи допоможе підняти рівень відстеження лісного господарства.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЛІСОВИХ ГОСПОДАРСТВ

1.1. Історія та сучасний стан лісництва в Україні.

Лісництво в Україні має багатовікову історію, починаючи з давніх часів, коли ліс вважався важливим ресурсом для будівництва, топлива, медицини та інших потреб.

Українські землі історично належали до складу різних держав, тому склалися значні регіональні відмінності в ході становлення правового регулювання використання лісів і відповідно ведення лісового господарства [39].

Основні аспекти, що мали вплив на стан лісового господарства, такі:

Понад 100 років ведення лісового господарства за період до 1917 року на основі переважання приватної власності на ліси і споживацького підходу до них (70% лісів українських губерній знаходилось у приватній власності) призвело до того, що загальна площа лісів рівнинної України зменшилася на 40%, високоякісні дубові та соснові ліси практично зникли [2].

Наслідками знищення лісів стали:

- активізація ерозійних процесів, що спричинило безповоротну втрату значної частини українських чорноземів та родючих ґрунтів;
- зміління великих та пересихання багатьох малих річок;
- масова поява рухомих пісків, пилових бур, засух та інших негативних природних явищ, як наслідок голодних років у степових і лісостепових регіонах тощо.

Після незалежності України в 1991 році лісництво стало однією з галузей, що потребує реформ. Були прийняті закони та стратегії для збереження та сталого використання лісових ресурсів. Однак, незважаючи на це, проблеми з незаконним вирубуванням лісів, недостатнім лісовим покриттям та неефективним управлінням залишаються актуальними.

На початку 1930 року лісове господарство було об'єднане з лісовою промисловістю, тобто підпорядковане їй. Основні заготівельники деревини були звільнені від плати за неї, рубати ліс стали відповідно до потреб споживачів деревини. Лісівників, які намагалися активно захищати стратегічні державні інтереси, було репресовано [38].

У наступні 30 років основним завданням лісового господарства було забезпечення деревиною народного господарства. Індустріалізація, колективізація, війна, відновлення зруйнованого господарства - все це потребувало деревини, і ліс знову рубали за потребою.

Окремого, спеціалізованого державного органу управління лісами і лісовим господарством у цей період не було. Відповідні функції виконували управління у складі органів керівництва промисловістю або сільським господарством. При цьому підпорядкованість лісового господарства і структура управління змінювалися кожні 2-3 роки. Це негативно вплинуло на стан лісів, що проявилось у різкому зменшенні придатних до експлуатації лісів у рівнинних регіонах України. Потреба України в лісових ресурсах задовольнялася за рахунок ввезення деревини в основному з Росії та Білорусі.

Уряд, усвідомивши, що лісовий потенціал країни підірвано і потребує відновлення, створив у 1966 році Міністерство лісового господарства України, основним завданням якого було відновлення лісів, розведення їх на непридатних для сільського господарства землях, забезпечення невиснажливого, науково обґрунтованого лісокористування.

За пів століття планового професійного, відносно стабільного ведення лісового господарства дало позитивні результати. З 1966 року на 1,8 млн. га збільшилася загальна площа вкритих лісовою рослинністю земель, на 1,4 млрд. куб. м. зріс загальний запас деревини, здебільшого за рахунок цінних порід. Закріплено практично всі сипучі піски, створено на значних площах полезахисні лісові смуги та протиерозійні насадження на ярах [40].

У сучасний час українське лісництво переживає процес модернізації та покращення. Держава активно працює над захистом лісів, їх відновленням та

раціональним використанням. Також здійснюються заходи щодо збереження біорізноманіття та створення нових національних парків і заповідників для збереження унікальних лісових екосистем.

Діяльність Держлісагентства України та його підвідомчих підприємств сьогодні спрямована на збереження лісів, наращування їх ресурсного потенціалу, посилення державної лісової служби, недопущення розвитку процесів споживацького ставлення до лісів. На балансі лісогосподарських підприємств залишається значна кількість об'єктів соціальної сфери. Лісові підприємства, розташовані, як правило, у невеликих селах та селищах, є основними роботодавцями у місцях, де людям важко знайти іншу роботу.

Положення про обласні управління лісового та мисливського господарства Державного агентства лісових ресурсів України від 26.03.2021 № 217 [42] є нормативно-правовим актом, який визначає організаційну структуру та функції обласних управлінь лісового та мисливського господарства в Україні.

Документ регламентує роботу цих управлінь в межах компетенції Державного агентства лісових ресурсів. Він визначає їх завдання, функції та повноваження. Основними положеннями в цьому документі можуть бути:

- Завдання: Чітко визначається мета і завдання обласних управлінь, які можуть включати забезпечення виконання державної політики у галузі лісового та мисливського господарства на регіональному рівні.
- Функції: Описуються конкретні дії та процеси, які повинні здійснювати ці управління для виконання своїх завдань. Це може включати контроль за використанням лісових ресурсів, проведення моніторингу стану лісів, організацію заходів з мисливського господарства тощо.
- Повноваження: Визначаються права та обов'язки обласних управлінь, включаючи їхню взаємодію з іншими структурними підрозділами Державного агентства лісових ресурсів та іншими органами влади на регіональному рівні.

- Організаційна структура: Може бути надана інформація про склад та структуру обласного управління, зокрема про підрозділи, відділи, відділених тощо.
- Принципи діяльності: Можуть бути визначені основні принципи, на яких ґрунтується робота обласних управлінь, такі як прозорість, ефективність, екологічна безпека тощо.

Цей документ є ключовим для забезпечення системності та правомірності діяльності обласних управлінь лісового та мисливського господарства в Україні.

1.2. Інформаційні системи. Геоінформаційні системи.

1.2.1. Інформаційні системи.

На сьогодні, світ вимагає від підприємств системної трансформації у всіх сферах економічних відносин. Для досягнення високої ефективності функціонування необхідно використовувати новітні інформаційні системи та технології для прискорення бізнес-процесів. Це охоплює широке використання онлайн-сервісів, електронних платежів, розвиток електронної комерції та переходу до інтернет-банкінгу [37].

Інформаційну систему (ІС) можна описати як комплекс засобів, який включає організаційні і технічні складові для зберігання та обробки інформації з метою задоволення потреб користувачів у інформації. Таким чином, завдання інформаційних систем — накопичення інформації, якої потребує організація для забезпечення ефективного управління всіма своїми ресурсами, створення інформаційного і технічного середовища для здійснення управління організацією [2].

Використовуючи модель управління підприємством можна ввести класифікацію систем управління, представлену в таблиці 1 [3].

Інформаційні системи управління [3].

Тип	Опис
Корпоративні інформаційні системи (KIC)	Інтегроване рішення задач керування підприємством: — по вертикалі – від первинної інформації до підтримки прийняття рішень вищим керівництвом; — по горизонталі – усі напрями діяльності і технологічних операцій. — Групи по ступені інтеграції: великі, середні, малі; локальні.
Системи оперативного управління й обліку	Оперативний рівень управління й обліку. Розподіл по типах ресурсів і об'єктам, управління якими вони забезпечують: — фінанси – бухгалтерський облік; — управлінський облік фінансів – бюджетування; — інноваційна діяльність - керування проектами; — розрахунки з контрагентами – торговельні операції; — матеріали і готова продукція – складський облік; — персонал – кадровий облік; — інформаційні ресурси – керування документами; — технологічні процеси – керування виробництвом.
Аналітичні інформаційні системи	Стратегічний рівень управління, підготовка аналітичної інформації і звітності, підтримка прийняття рішень: — інтегровані системи – обробка й аналіз великих обсягів інформації, що утримуються в базах даних KIC; — системи підтримки прийняття рішень; — засоби багатомірного аналізу даних та інструменти аналітичної обробки (On-Line Analytic Processing - OLAP). Аналітичні системи, які тиражуються: — фінансовий аналіз; — бізнес-планування; — планування й аналіз маркетингу; — прогнозування.

1.2.2. Геоінформаційні системи.

Щоб створити інформаційну систему для управління лісництвом та лісовими господарствами, потрібно створити тип ІС, який називається географічна інформаційна система.

Географічна інформаційна система (ГІС) – це комплексне програмне забезпечення та технологічний підхід, які спрямовані на збір, зберігання, обробку, аналіз і візуалізацію географічних даних та пов'язаної з ними інформації. Ця система дозволяє працювати з інформацією, яка має просторовий характер, тобто пов'язана з певними географічними об'єктами, їх розташуванням та взаємозв'язками на земній поверхні.

У складі ГІС можуть використовуватися різноманітні компоненти, включаючи бази даних, спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу даних, графічні інструменти для візуалізації географічних об'єктів на картах, а також методи та алгоритми обробки цих даних.

Основна мета ГІС полягає у забезпеченні можливості ефективної роботи з географічною інформацією, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення у різних сферах, таких як урбаністика, природокористування, геологія, транспорт, сільське господарство та інші. ГІС відіграє важливу роль у розвитку сучасного суспільства, надаючи засоби для аналізу та розуміння географічного середовища і його впливу на різні аспекти життя людей.

Геоінформаційна система (ГІС) дає можливість:

- Візуалізувати: створювати та накладати цифрові карти на різні дані, що дозволяє бачити просторові зв'язки між об'єктами.
- Аналізувати: досліджувати та обробляти просторові дані, щоб виявляти закономірності, тенденції та робити висновки.
- Редагувати: змінювати та оновлювати цифрові карти та дані, щоб відображати актуальну інформацію.
- Отримувати додаткову інформацію: знаходити та переглядати детальну інформацію про об'єкти, зображені на карті, наприклад, їхні характеристики, адреси, фотографії.

Основні завдання ГІС у загальній системі інформаційного забезпечення полягають у:

- зборі, обробленні, моделюванні та аналізі цифрової картографічної інформації; використанні отриманих даних у повсякденній та бойовій діяльності збройних сил;
- створенні архівного банку даних цифрової картографічної інформації;
- опрацюванні запитів; отримання аерофото і космічних знімків об'єктів місцевості з мінімальною затримкою в часі, з визначенням специфічних характеристик ландшафту і погоди;
- забезпеченні електронними картами високої точності [4].

Геоінформаційні системи є інтеграцією електронного просторово-орієнтованого зображення (плани, схеми, карти) та бази даних в єдиному інформаційному середовищі [5].

ГІС – це комплекс програмного забезпечення та процедур, апаратних засобів, що забезпечують управління, маніпулювання, моделювання, аналіз і відображення геопросторових даних для вирішення складних проблем планування та управління ресурсами території. Згідно цього визначення можливо сформулювати основні підходи до трактування ГІС, згідно якого це система, яка:

- містить комплекс п'яти компонентів, що взаємодіють між собою та складається з програмного забезпечення, комп'ютерних засобів, геопросторових даних, регламентів та користувачів;
- здійснює функції введення, зберігання, інтеграції, обробки, моделювання, аналізу та візуалізації геопросторової інформації [6].

Основні класифікації ГІС включають наступні переліки.

За функціональністю:

- аналітичні ГІС: фокусуються на аналізі та обробці геопросторової інформації для вивчення взаємозв'язків та прийняття рішень;
- картографічні ГІС: зорієнтовані на створення карт і візуалізацію геоданих.

За масштабом застосування:

- локальні ГІС: використовуються для обробки та аналізу даних на обмеженій території;
- регіональні ГІС: призначені для аналізу геоданих в масштабі регіону чи округу;
- глобальні ГІС: покривають великі території, навіть весь світ.

За типами даних:

- векторні ГІС: використовують векторні об'єкти, такі як точки, лінії та полігони;
- растрові ГІС: опрацьовують дані у вигляді растрових (геоспросторових) зображень.

За застосуванням:

- ГІС для географічних досліджень: використовуються для вивчення географічних явищ та зв'язків;
- ГІС для геоспросторового планування: застосовуються у містобудівному плануванні та розвитку територій.

За сферою застосування:

- ГІС для екології: використовуються для вивчення та моніторингу екосистем та природних ресурсів;
- ГІС для транспорту: застосовуються у плануванні транспортних мереж та маршрутів [6].

1.3. Компанія ESRI та геоінформаційна система (ГІС) ArcGIS Pro.

Станом на 2020 рік ринок геоінформаційних систем переважно контролюється кількома комерційними постачальниками провідною компанією на цьому ринку є Environmental Systems Research Institute також відома як ESRI ця компанія займає 40% ринку геоінформаційних систем завдяки своїм високоякісним продуктам і послугам ESRI є визнаним лідером у галузі геоінформаційних технологій що дозволяє їй утримувати значну частку ринку і забезпечувати високий рівень підтримки для своїх клієнтів

1.3.1. ESRI, або компанія, що спеціалізуються на ГІС

ESRI (Environmental Systems Research Institute) — американська транснаціональна компанія, що спеціалізується на геоінформаційних системах. Найбільш відома завдяки виробництву програмного забезпечення для геоінформаційних систем ArcGIS. Є світовим лідером у галузі постачання програмного забезпечення для ГІС, а також мережових ГІС та спеціальних додатків для управління просторовими базами даних [7].

Заснована у 1969 як Інститут дослідження систем навколишнього середовища, ESRI нині має 49 офісів по всьому світу, включаючи одинадцять дослідницьких центрів та центрів розвитку в США, Європі, на Середньому Сході, в Африці й Азійсько-Тихоокеанському регіоні. Також корпорація має десять регіональних офісів у США та більш ніж 3 тисячі партнерів і користувачів у кожній країні світу, а також мільйон активних користувачів із 350 тис. організацій.

Серед користувачів є також національні уряди більшості країн світу, 20 тис. міст, 50 штатів США та більш ніж 7 тис. університетів. Компанія має у своєму штаті 4 тис. співробітників та утримується її засновниками в приватному порядку. У 2016 річний дохід корпорації був оцінений в 1,1 млрд американських доларів [7].

Компанія ESRI (Environmental Systems Research Institute) розробляє потужні програмні продукти, відомі під назвою ArcGIS. Ці програмні продукти представляють собою комплексне рішення для створення, управління та аналізу географічної інформації. ArcGIS надає широкі можливості для побудови корпоративних географічних інформаційних систем (ГІС), які є невід'ємною складовою ефективного управління великими державними та комерційними організаціями.

Ці системи дозволяють збирати, зберігати, аналізувати та візуалізувати географічну інформацію, що дозволяє організаціям отримувати цінні дані для прийняття управлінських рішень. ArcGIS використовується у різних сферах,

таких як геодезія, картографія, геологія, екологія, міське планування, транспорт, агрономія та інші.

Враховуючи широкий функціонал та надійність, продукти ArcGIS є оптимальним вибором для побудови різноманітних інформаційних систем, які використовуються для управління різними аспектами діяльності організацій.

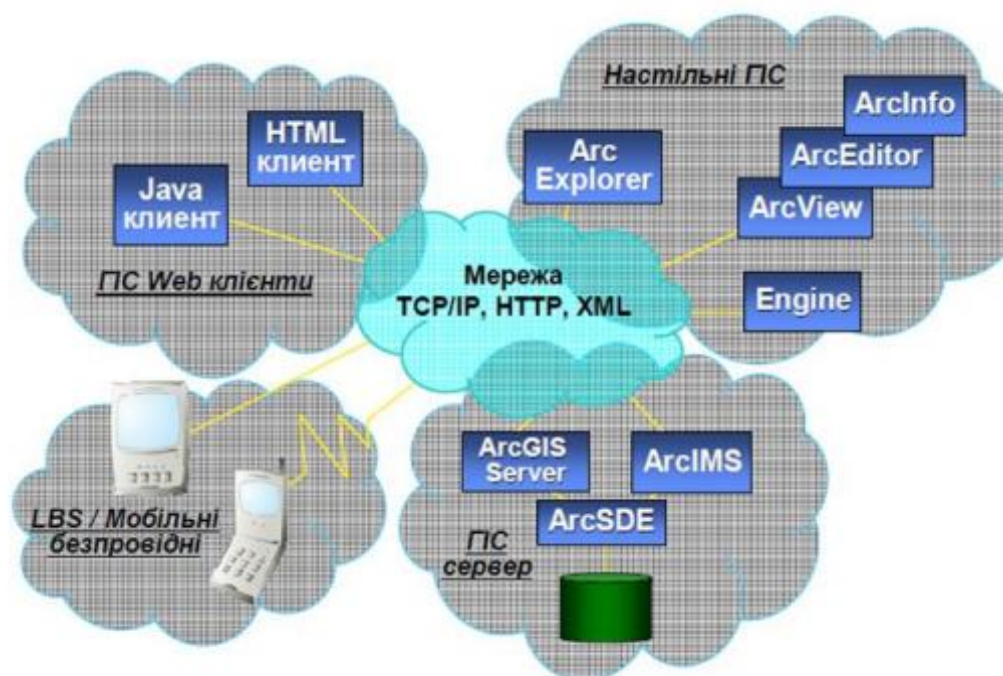


Рис. 1.1. Компоненти системи програмних продуктів ArcGIS [6].

1.3.2. ArcGIS Pro, або програма, для створення ГІС.

ArcGIS Pro — це настільне ГІС-програмне забезпечення, розроблене компанією Esri, яке замінює покоління програмного забезпечення ArcMap [8]. ArcGIS Pro відрізняється 64-розрядною архітектурою, комбінованою підтримкою 2D і 3D, інтеграцією ArcGIS Online і підтримкою Python 3 [9].

На відміну від ArcGIS Desktop, доступ до функцій ArcCatalog і ArcMap здійснюється через одну програму, найчастіше через панель Каталогу [10]. Вимоги до графіки для ArcGIS Pro значно вищі, ніж для ArcGIS Desktop, щоб

підтримувати оновлену візуалізацію. ArcGIS Pro також підтримує спрощені робочі процеси, які включають публікацію та використання шарів функцій за допомогою ArcGIS Online [11].

З випуском ArcGIS Pro 3.0 у червні 2022 року всі файли проекту .argx можна читати версією 3.0; однак, якщо проект буде збережено, файл проекту стане несумісним із версією 2.9.x і попередніми [12].

Основний функціонал ArcGIS Pro включає:

- Створення карт та візуалізація даних: ArcGIS Pro дозволяє створювати двовимірні та тривимірні карти, а також забезпечує широкі можливості для візуалізації геопросторових даних.
- Аналіз даних: Програма пропонує потужні інструменти для просторового, статистичного та геостатистичного аналізу, що дозволяють отримувати нові знання з даних.
- Редагування та управління даними: ArcGIS Pro дозволяє редагувати геопросторові дані, а також управляти великими обсягами даних через бази геоданих та хмарні сервіси.
- Інтеграція та спільна робота: Програма підтримує інтеграцію з іншими продуктами ESRI та сторонніми додатками, що дозволяє працювати над проектами спільно з іншими користувачами.
- Автоматизація процесів: Використання Python і моделей геообробки для автоматизації рутинних завдань та створення користувацьких інструментів.
- Публікація та розповсюдження: ArcGIS Pro дозволяє публікувати карти та аналізи в інтернеті через ArcGIS Online або ArcGIS Enterprise, що спрощує обмін інформацією з широкою аудиторією.

ArcGIS Pro повністю інтегрується з хмарним сховищем ArcGIS Online (див. рис. А.1), дозволяючи користувачам зберігати, керувати та отримувати доступ до своїх ГІС-даних у хмарі [45].

Підключення ArcGIS Pro до ArcGIS Online:

- 1) Вхід: користувачі мають увійти у свій обліковий запис ArcGIS Online із ArcGIS Pro. Це підключення забезпечує доступ до вмісту, що зберігається в хмарі.
- Перейдіть на вкладку «Проект» в ArcGIS Pro.
- Виберіть «Портали», а потім «Додати портал».
- Введіть URL-адресу ArcGIS Online і увійдіть, використовуючи свої облікові дані.

Зберігання та керування даними:

- 1) Завантаження даних: користувачі можуть завантажувати локальні дані в ArcGIS Online безпосередньо з ArcGIS Pro. Це може включати шейп-файли, класи об'єктів, растрові набори даних тощо.
 - Клацніть правою кнопкою миші на рівні даних на «панелі вмісту» ArcGIS Pro.
 - Виберіть «Поділитися як» і виберіть «Веб-рівень», щоб завантажити дані в ArcGIS Online.
- 2) Організація даних: після завантаження даних їх можна організовувати в розміщені шари функцій, шари плиток або шари сцени в ArcGIS Online. Потім ці дані доступні через ArcGIS Pro та ArcGIS Online.

Доступ і використання даних, що зберігаються у хмарі:

- 1) Доступ до даних: користувачі можуть отримувати доступ до даних, що зберігаються в ArcGIS Online, і додавати їх безпосередньо до своїх проектів ArcGIS Pro.
 - В ArcGIS Pro перейдіть до панелі каталогу.
 - Розгорніть розділ «Портал», щоб переглядати та шукати шари, карти та сцени, що зберігаються в ArcGIS Online.
 - Перетягніть потрібні дані на карту або проект.
- 2) Синхронізація даних: редагування та оновлення даних у ArcGIS Pro можна синхронізувати з хмарию. Для служб функцій це означає, що

зміни можна вносити в ArcGIS Pro, а потім зберігати в ArcGIS Online, зберігаючи актуальність даних.

— Під час редагування розміщеного шару функцій використовуйте опцію Зберегти редагування, щоб відправити оновлення в ArcGIS Online.

Обмін і співпраця:

1) Створення веб-карт і сцен: користувачі можуть створювати веб-карти та веб-сцени в ArcGIS Pro, а потім ділитися ними в ArcGIS Online.

— Налаштуйте карту або сцену в ArcGIS Pro.

— Виберіть «Поділитися як веб-карту» або «Поділитися як веб-сцену» на вкладці «Поділитися».

— Дотримуйтеся підказок, щоб опублікувати карту або сцену в ArcGIS Online.

2) Спільне редагування: кілька користувачів можуть співпрацювати над тими самими наборами даних, що зберігаються в ArcGIS Online. Зміни, внесені одним користувачем в ArcGIS Pro, можуть бачити інші в режимі реального часу.

Розширені можливості:

1) Інструменти аналізу: користувачі ArcGIS Pro можуть виконувати розширений просторовий аналіз даних, що зберігаються в ArcGIS Online. Результати цих аналізів можна зберегти та відправити назад у хмару.

— Використовуйте інструменти на вкладці «Аналіз» в ArcGIS Pro для виконання завдань геообробки.

— Збережіть результат як новий шар в ArcGIS Online.

2) Офлайн-дані: користувачі можуть працювати з офлайн-копіями даних і синхронізувати зміни з ArcGIS Online, коли вони відновлять з'єднання.

- Завантажте копію розміщеного шару функцій для використання в автономному режимі.
- Вносьте зміни в режимі офлайн і синхронізуйте зміни після повернення в режим онлайн.

Безпека та відповідність:

- 1) Контроль доступу: користувачі можуть керувати тим, хто має доступ до їхніх даних, за допомогою налаштувань спільного доступу в ArcGIS Online.
 - В ArcGIS Online установіть налаштування спільного доступу на приватні, лише для організації або публічні.
 - Ці параметри визначають, хто може переглядати та редагувати дані під час доступу з ArcGIS Pro.
- 2) Безпечна обробка даних: передача даних між ArcGIS Pro та ArcGIS Online зашифрована для забезпечення безпечної обробки конфіденційної інформації.

Оновлення та обслуговування:

- 1) Безперебійне оновлення: дані, що зберігаються в ArcGIS Online, отримують переваги від автоматичного оновлення та обслуговування, гарантуючи, що користувачі завжди мають доступ до останніх функцій і покращень продуктивності без ручного втручання.

Завдяки інтеграції ArcGIS Pro з ArcGIS Online користувачі можуть використовувати потужність хмарного сховища для ефективного керування даними, спільного використання та співпраці, одночасно використовуючи розширені можливості ArcGIS Pro для настільної роботи з ГІС.

1.4. Мобільний додаток «SMALLFOREST» та ДП «Ліси України».

Додаток «SMALLFOREST» використовується як одна з баз дослідження. SMALLFOREST – це мобільний додаток, який надає доступ до квартальної та

видільної сітки ряду підприємств, дозволяючи всім бажаючим переглядати цю інформацію (див. рис. А.2). Після авторизації користувача в системі, додаток перетворюється на своєрідний «лісовий месенджер», де користувач може вводити інформацію про виділ і поширювати її серед працівників лісгоспу [43].

На практиці інженер лісового господарства може в телефоні ввести інформацію про рубку (чи іншу), яка планується, і головний лісничий, лісничий цього лісництва, і його помічник, майстер лісу, отримають таку ж інформацію. на карті свого телефону, незалежно від того, чи це Android чи iPhone. Повідомлення надсилаються автоматично, і якщо адресат не в мережі більше 30 днів, дані видаляються [44] (див. рис. А.3).

Функціонал програми розширено і дозволяє:

- Редагування та створення нових виділень або розділів та внесення відомостей (показників оподаткування) про них;
- Вести «Список дерев» безпосередньо в телефоні з одночасним розрахунком матеріальної та грошової оцінки рубки безпосередньо в лісі;
- Вести «Нумераційний список дерев» при виведенні санітарних рубок;
- Вихід на друк «План бусольної зйомки»;
- Виміряти висоту зростаючих дерев за допомогою камери телефону;

Державне підприємство «Ліси України» також використовується як одна з баз дослідження. Звідти береться база даних – філії цього підприємства.

ДП «Ліси України» – одна з найбільших державних лісових компаній Європи. Це підприємство, яке відповідає за охорону, захист, лісорозведення, лісовідновлення та увесь комплекс інших функцій, включно з заготівлею та реалізацією деревини [36].

Одним з основних завдань компанії є охорона лісів від незаконних вирубок, пожеж, шкідників та хвороб. Для цього використовуються сучасні технології моніторингу, а також проводяться регулярні патрулювання лісових територій. Захист лісів також включає впровадження ефективних методів

боротьби зі шкідниками та хворобами, які можуть завдати значної шкоди лісовим екосистемам.

Лісорозведення та лісовідновлення є ще однією важливою складовою діяльності ДП «Ліси України». Підприємство активно займається вирощуванням молодих дерев, які згодом висаджуються на ділянках, де були проведені вирубки або сталися природні катастрофи. Це дозволяє підтримувати баланс між використанням лісових ресурсів і їх відновленням, забезпечуючи стаке управління лісами.

Крім того, ДП «Ліси України» займається заготівлею деревини, що є важливим економічним аспектом діяльності компанії. Заготівля проводиться з дотриманням всіх екологічних стандартів та норм, що дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля. Отримана деревина реалізується на внутрішньому і міжнародному ринках, забезпечуючи надходження доходів до бюджету країни та підтримку місцевої економіки.

Підприємство також виконує комплекс інших функцій, які включають рекреаційне використання лісів, надання послуг з поліпшення лісових угідь, навчання та просвіту громадян у питаннях лісового господарства. Рекреаційне використання передбачає створення умов для відпочинку населення в лісах, розвиток екотуризму та забезпечення доступу до природних територій для проведення дозвілля.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Цей розділ надає детальну інформацію про технології, що були використані для створення геоінформаційної системи для управління лісництвом та лісовими господарствами та розробки програмного продукту. Для виконання цієї задачі застосовувалися знання, отримані під час аналізу проблеми.



Рис. 2.1. Процес створення бази геоданих.

Основним завданням є створення геоінформаційної бази даних для лісгоспів ДП «Ліси України». Ця база даних призначена для систематизації та управління інформацією про ліси, їхній стан, розташування та інші важливі характеристики. Для реалізації цього завдання було використано програмний

комплекс геоінформаційних систем ArcGIS Pro. Цей потужний інструмент дозволив ефективно зібрати, обробити та зберігати географічні дані, а також забезпечити доступ до них для подальшого аналізу і прийняття рішень.

2.1. Основні відомості про ArcGIS Pro та ArcGIS Online.

Щоб користуватися програмою ArcGIS Pro, спочатку необхідно зареєструватися на офіційному веб-сайті компанії ESRI. Реєстрація передбачає створення облікового запису, який надасть доступ до всіх функцій та можливостей цього програмного забезпечення. Без реєстрації неможливо отримати доступ до ArcGIS Pro і користуватися його інструментами для роботи з геоінформаційними системами [13].

Після завершення реєстрації необхідно перейти на сторінку, де можна отримати безкоштовну пробну версію програмного забезпечення ArcGIS Pro [14]. Ця пробна версія дозволяє користувачам ознайомитися з усіма функціями та можливостями ArcGIS Pro без необхідності придбання ліцензії. Таким чином, ви зможете використовувати програму для роботи з геоінформаційними системами протягом визначеного пробного періоду, оцінити її зручність та ефективність у вирішенні ваших завдань.

Оформивши безкоштовну пробну версію та встановлення ArcGIS Pro, нам стають доступні кілька корисних програм. Ці програми включають в себе різні інструменти для роботи з геоінформаційними даними, які дозволяють створювати, аналізувати та візуалізувати географічну інформацію:

- ArcGIS Pro – це основне програмне забезпечення для роботи з геоінформаційними системами, яке дозволяє створювати, аналізувати та візуалізувати геопросторові дані [15].
- ArcGIS 3D Analyst – це розширення дозволяє працювати з тривимірними даними, створювати 3D-візуалізації, аналізувати поверхні, об'єкти та інші тривимірні просторові дані [16].

- ArcGIS Data Reviewer – це розширення надає інструменти для перевірки якості даних, автоматизованого виявлення помилок та забезпечення відповідності даних встановленим стандартам [17].
- ArcGIS Image Analyst – це розширення дозволяє виконувати продвинуту обробку і аналіз зображень, включаючи класифікацію, зміни часу, обробку растрових даних та багато іншого [18].
- ArcGIS Publisher – це розширення для ArcGIS Pro, яке дозволяє створювати та розповсюджувати публікації географічних даних у форматі, зручному для перегляду та використання іншими користувачами, навіть якщо вони не мають доступу до ArcGIS Pro [19].
- ArcGIS Workflow Manager – це розширення для ArcGIS Pro, яке призначене для управління робочими процесами, пов'язаними з геоінформаційними системами (ГІС) [20].
- ArcGIS Data Interoperability – це розширення для ArcGIS Pro, яке забезпечує можливість імпорту, експорту та перетворення даних з різних форматів і джерел. [21].
- ArcGIS Geostatistical Analyst – це розширення забезпечує інструменти для проведення геостатистичного аналізу, включаючи побудову поверхонь прогнозів, визначення патернів розподілу даних та інтерполяцію [22].
- ArcGIS Spatial Analyst – це розширення надає інструменти для виконання складного просторового аналізу. Воно включає в себе функції для роботи з растровими даними, аналізу поверхонь, знаходження найкоротших шляхів та багато іншого [23].
- ArcGIS Network Analyst – це розширення надає інструменти для аналізу транспортних мереж, включаючи оптимізацію маршрутів, аналіз доступності, обчислення часу в дорозі та багато іншого [24].

Ці програми розширюють функціональні можливості ArcGIS Pro і допомагають ефективно використовувати геоінформаційні технології для вирішення різних завдань.

Після того, як ми завантажили та встановили ArcGIS Pro, ми запускаємо програму і створюємо новий проект. В межах цього проекту ми будемо створювати карту та географічну базу даних. Процес включає наступні кроки:

- 1) Відкриваємо програму ArcGIS Pro, щоб розпочати роботу.
- 2) У програмі вибираємо опцію створення нового проекту, де задаємо назву проекту та вказуємо місце його збереження на комп'ютері.
- 3) У новому проекті створюємо карту, на яку будемо додавати просторові дані для візуалізації та аналізу.
- 4) Створення географічної бази даних: Створюємо географічну базу даних, яка буде використовуватись для зберігання всіх просторових об'єктів і пов'язаних з ними атрибутів.

В ArcGIS Pro ви використовуєте вкладки та панелі, які динамічно оновлюються залежно від вашого контексту для використання функцій.

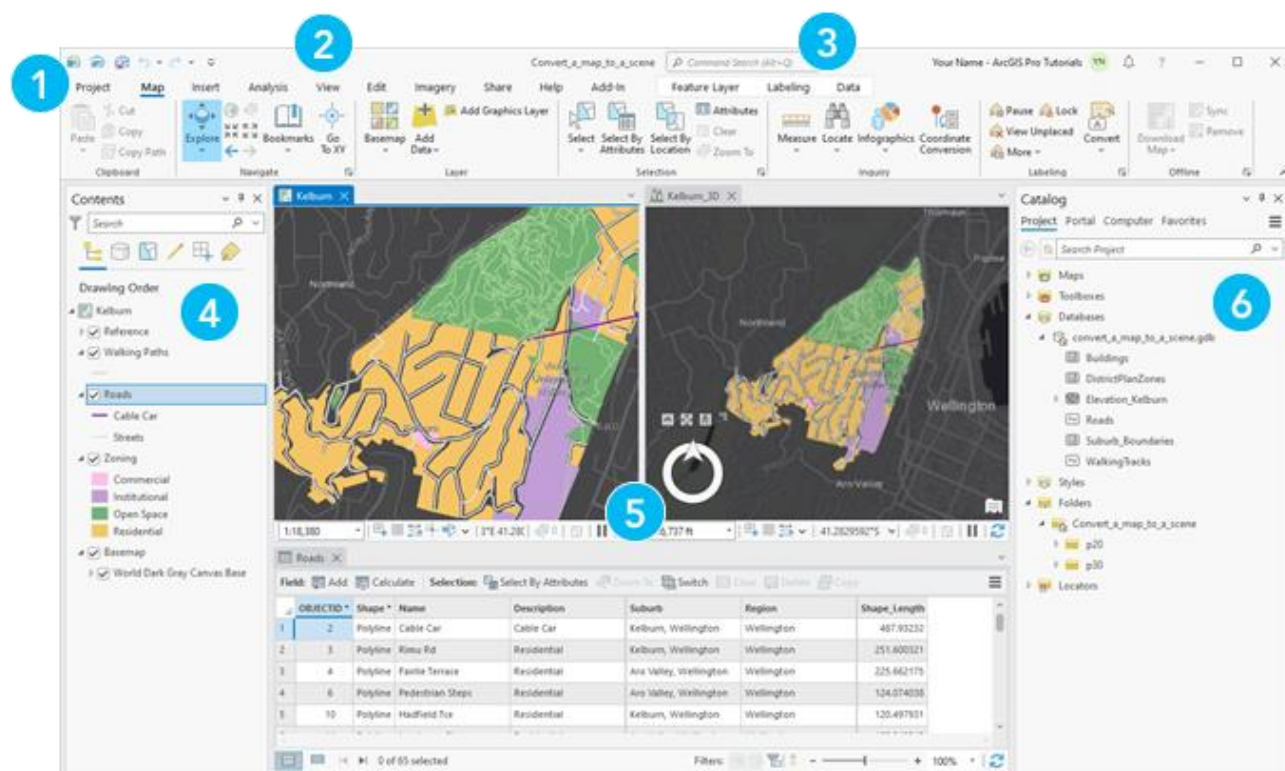


Рис. 2.2. Інтерфейс ArcGIS Pro.

- 1) Вкладка проекту. Надає доступ до налаштувань програми та інших настроюваних властивостей.
- 2) Стрічка. Упорядковує команди на ряді вкладок.
- 3) Поле пошуку команд. Поле пошуку команд допомагає знайти та відкрити інструменти геообробки та запустити команди інтерфейсу користувача. Ви також можете отримати доступ до довідкових тем, пов'язаних із пошуковими термінами.
- 4) Панель вмісту. Відображає елементи, пов'язані з активним поданням, яким може бути карта, сцена, макет або подання каталогу.
- 5) Вид таблиці. Перегляди, такі як карта, сцени та таблиці в цьому прикладі, є основними робочими областями в ArcGIS Pro.
- 6) Панель каталогу. Елементами в проекті можна керувати на панелі «Каталог» [41].

2.2. Розробка бази геоданих.

2.2.1 Класи геопросторових об'єктів.

Перед тим, як розпочати заповнення картографічних даних, вам необхідно створити клас, який буде використовуватися для зберігання цих геоданих. Для цього потрібно відкрити вікно "Каталог" у ваших ГІС-додатках. В цьому вікні ви матимете доступ до різних опцій та інструментів для організації та керування вашими геоданими. Створення класу дозволить вам визначити структуру та формат зберігання даних, а також надасть можливість управляти їх в майбутньому. Таким чином, ви будете мати певну організаційну структуру для вашого проекту, яка спростить вам подальшу роботу з географічною інформацією.

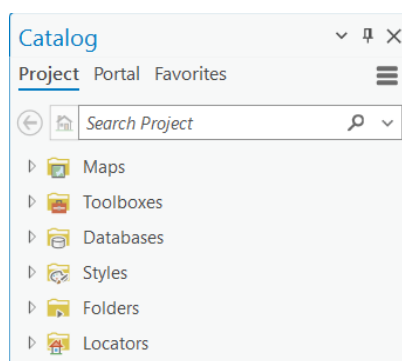


Рис. 2.3. Каталог проекту.

Далі вам необхідно відкрити розділ "Папки" у програмному забезпеченні, після чого клацнути правою кнопкою миші на базу даних з розширенням .gdb. У відкритому вікні вибрати опцію "Новий" і подальше обрати "Клас об'єктів" [25]. Після цього вам потрібно буде заповнити поля "Ім'я" та "Псевдонім" згідно з вашими потребами чи вимогами проекту. Це є одним з кроків для створення нового класу об'єктів у вашій базі даних, який буде використовуватися для зберігання та управління географічною інформацією.

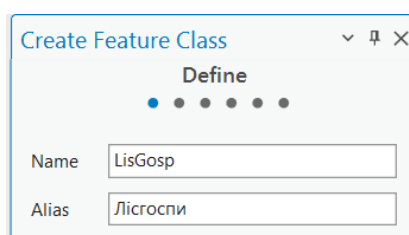


Рис. 2.4. Вікно створення класу, де обирається ім'я та псевдонім.

А також обираємо тип цього класу – «Point»:

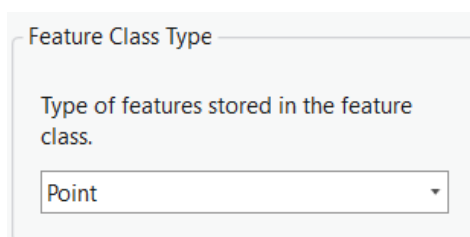
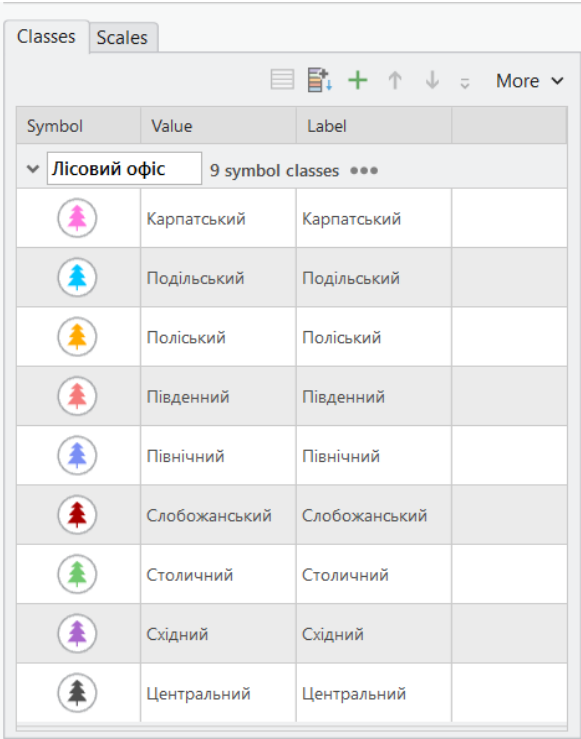


Рис. 2.5. Вікно створення класу, де обирається тип класу.

Точковий об'єкт часто використовується з курсорами. Точкові функції повертають один точковий об'єкт замість масиву точкових об'єктів [26].

Клас сам по собі поділений на дев'ять символів, кожен з яких відповідає за різні лісові офіси. Ця роздільність допомагає структурувати та організувати роботу, надаючи кожному символу конкретну роль та відповідальність. Такий підхід сприяє ефективній координації дій та оптимізації робочих процесів, що в свою чергу сприяє підвищенню продуктивності та досягненню поставлених цілей. [27]:



Symbol	Value	Label
Карпатський	Карпатський	Карпатський
Подільський	Подільський	Подільський
Поліський	Поліський	Поліський
Південний	Південний	Південний
Північний	Північний	Північний
Слобожанський	Слобожанський	Слобожанський
Столичний	Столичний	Столичний
Східний	Східний	Східний
Центральний	Центральний	Центральний

Рис. 2.6. Символи класу «Лісгоспи».

2.2.2 База геоданих.

На самому базовому рівні база геоданих ArcGIS — це набір географічних наборів даних різних типів, що зберігаються в загальній папці файлової системи, або багатокористувачка система керування реляційною базою даних.

Бази геоданих бувають різних розмірів; мають різну кількість користувачів; і може масштабуватися від невеликих баз даних для одного користувача, побудованих на файлах, до більших баз геоданих робочих груп, відділів і підприємств, до яких має доступ багато користувачів [28].

Базою геоданих була обрана нативна база геоданих, яка зберігається у загальній папці файлової системи. Сама база заповнюється колонками відповідно до інформації, яка була взята з сайтів YouControl [29] та Clarity Project [30] (див. рис. А.5 та рис. А.6):

- ID (OBJECTID – Object ID): Унікальний ідентифікаційний номер для кожного лісової одиниці. Використовується для однозначної ідентифікації записів у базі даних.
- Форма (Shape – Geometry): Це тип даних, який використовує ArcGIS. Тобто, якщо ви виберете Point для нового класу об’єктів, поле SHAPE, додане за замовчуванням, матиме тип даних ArcGIS геометрії [31].
- Назва (Name – Text (255)): Назва лісового господарства, що використовується у всіх документах і звітах.
- Повне найменування юридичної особи (Legal_Entity – Text (255)): Повна офіційна назва лісового господарства, що включає всі юридичні деталі, відповідно до реєстраційних документів.
- Лісовий офіс (Type – Text (255)): Основний офіс або адміністративний центр лісового господарства, де здійснюється управління та координація робіт.
- Адреса (Adress – Text (255)): Фізична адреса філії лісового господарства, включаючи вулицю, номер будинку, місто, область і поштовий індекс.
- Код ЄДРПОУ (Code – Text (255)): Код Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України (ЄДРПОУ), що присвоюється кожній юридичній особі для обліку та ідентифікації.
- Дата реєстрації (Date – Date): Дата офіційної реєстрації лісового господарства як юридичної особи.

- Основний вид діяльності (Activity – Text (3000)): Головна економічна діяльність лісового господарства (наприклад, лісозаготівля, вирощування лісу, охорона лісів тощо).
- Керівник (Head – Text (255)): Ім'я та прізвище керівника лісового господарства.
- Структурні підрозділи (Subdivisions – Text (255)): Перелік внутрішніх підрозділів або відділів лісового господарства.
- Площа (Square – Text (255)): Загальна площа лісових угідь, що знаходяться під управлінням лісового господарства, вимірювана в гектарах.
- Розмір статутного капіталу (Capital – Text (255)): Сума коштів або інших активів, що становлять статутний капітал лісового господарства, зазначена в установчих документах.

Після того, як ми розмістили символи на карті, де кожен символ відповідає певному лісовому офісу (див. рис. А.7), ми отримуємо картку з наступним результатом:

- Розміщення символів: На карті були розміщені символи, кожен з яких представляє конкретний лісовий офіс. Ці символи можуть відрізнятися за формою, кольором або іншим візуальним атрибутом, щоб легко ідентифікувати різні офіси.
- Ідентифікація лісових офісів: Кожен символ на карті асоціюється з певним лісовим офісом, що дозволяє легко виявити розташування кожного офісу на карті.
- Створення карти результатів: Картка результатів являє собою візуальне представлення всіх лісових офісів на карті. Вона включає в себе інформацію про місцезнаходження кожного офісу та відповідні символи, що дозволяє швидко отримати огляд розподілу лісових офісів по території.

Таким чином, завдяки розміщенню символів на карті, ми створили картку, яка наочно показує розташування всіх лісових офісів, що значно спрощує їх ідентифікацію та аналіз територіального розподілу.

Створивши карту та базу геоданих, ми завантажуюмо її з усіма елементами в ArcGIS Online профіль. Звідти ми зможемо маніпулювати картою, змінювати та/або додавати дані, а також використовувати для створення додатків.

2.3. Створення додатку взаємодії з картою та геоданими.

Оновлення ArcGIS Online від лютого 2024 року представляє нові функції та ключові оновлення на всьому сайті. Те ж саме стосується ArcGIS «Instant Apps», оскільки було запроваджено багато оновлень і нових функцій у наші існуючі програми, ще більше покращили вибір програм і керування ними на домашній сторінці «Instant Apps» [32].

В межах проекту було створено два типи додатків (див. рис. А.9):

- Manager;
- Interactive Legend.

2.3.1. Функція Instant App. Шаблон: Manager.

Шаблон менеджера дозволяє переглядати та редагувати об'єкти на карті. До програми можна додати декілька карт із шарами, які можна редагувати, і навігацію здійснювати за допомогою базового набору інструментів дослідження карт. Використовуючи кілька макетів, які включають велику таблицю, можна безпосередньо редагувати значення або порівнювати атрибути класів [33].

Можливості програми:

- Галерея базових карт — відображення колекції базових карт на бічній панелі, які користувачі можуть додати до карти.

Використовуйте стандартний набір Esri або виберіть групу базових карт, щоб запропонувати користувачам програми.

- Експорт у CSV — завантажить результати пошуку як файл .csv.
- Фільтр атрибутів — налаштуйте параметри фільтра карти, доступні користувачам програми.
- Фільтр поверхів — дозволяє користувачам візуалізувати дані для певного поверху будівлі на карті з урахуванням поверхів.
- Усі шаблони миттєвих програм включають налаштування для кнопки «Додому» та елементів керування масштабом, легенду та можливість пошуку на карті чи в даних [33].

Для того щоб створити програму з використанням подібного шаблону, спочатку необхідно обрати відповідний шаблон у галереї шаблонів Esri (рис. 2.9). У цій галереї представлений широкий вибір шаблонів, кожен з яких забезпечує вже підготовлену структуру для розробки веб-додатків.

Використання таких шаблонів значно спрощує процес розробки, оскільки вони надають готовий каркас, що включає всі необхідні базові елементи та компоненти. Це дозволяє розробникам зосередитися на налаштуванні та вдосконаленні додатку відповідно до специфічних вимог проекту.

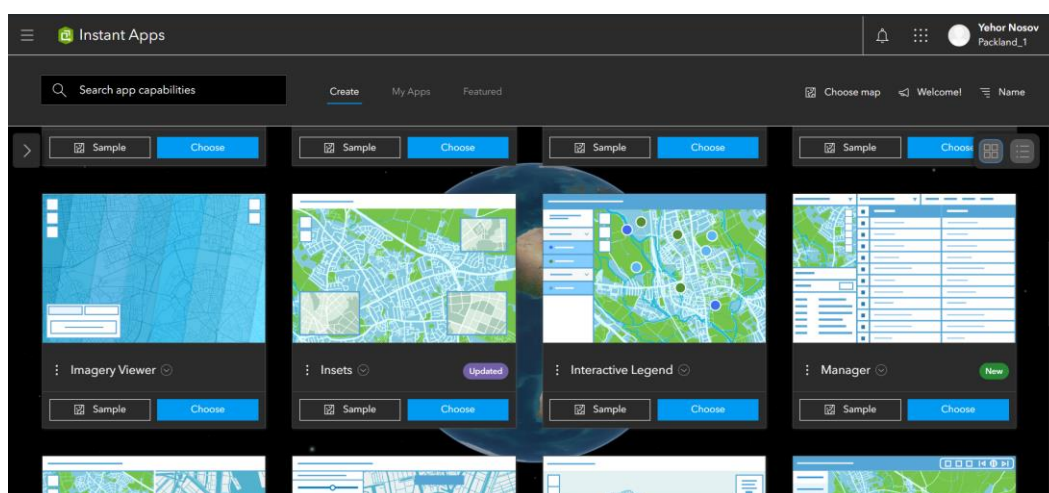


Рис. 2.7. Галерея шаблонів Esri.

Після вибору шаблону виникає необхідність у налаштуванні програми. Цей процес включає в себе вибір різноманітних параметрів, таких як тема, макет, колірна схема та інші візуальні елементи. Вибір цих параметрів важливий, оскільки вони визначають зовнішній вигляд програми і впливають на її сприйняття користувачами. Тема визначає загальний стиль програми, макет відповідає за розташування та організацію елементів на екрані, а колірна схема впливає на візуальну привабливість та сприйняття інтерфейсу користувачами. Додаткові візуальні елементи можуть включати такі параметри, як шрифти, іконки, фонові зображення тощо.

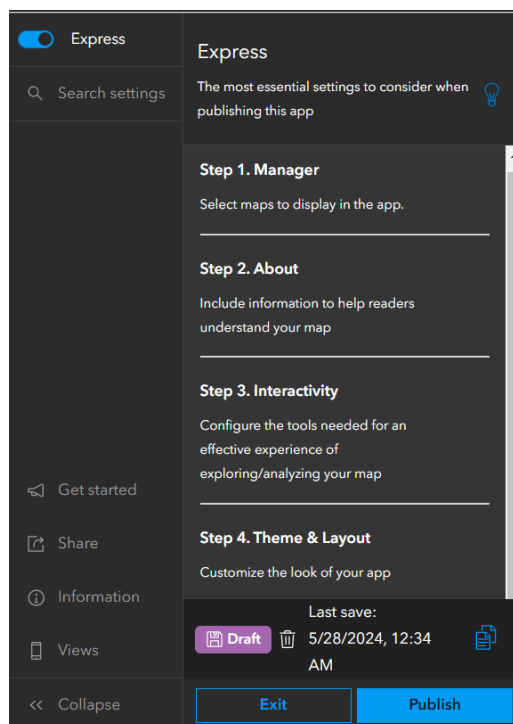


Рис. 2.8. Панель налаштування додатку «Manager».

Крок 1. Для того щоб додаток функціонував належним чином, необхідно додати карту, з якою він буде працювати. Як показано на рис. 2.14, розробник має можливість додати до двадцяти карт. Це дозволяє забезпечити багатофункціональність та гнучкість додатку, оскільки користувачі зможуть перемикатися між різними картографічними матеріалами залежно від своїх потреб.

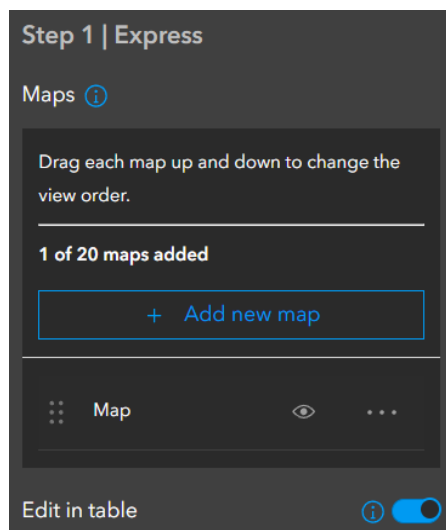


Рис. 2.9. Вікно з додаванням карт до додатку «Manager».

Крок 2. У цьому вікні ми додаємо заголовок, назву додатка та легенду, яка буде відображати слої:

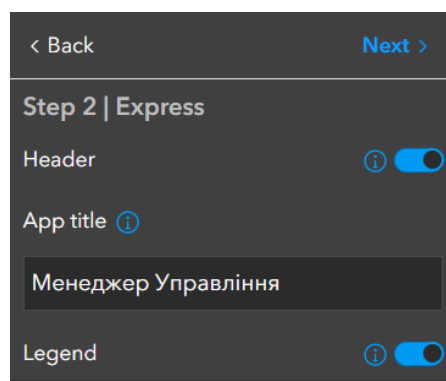


Рис. 2.10. Вікно з додаванням заголовка, назви додатка та легенди для додатка «Manager».

Крок 3. У цьому вікні ми можемо додати додаткові інтерактивні функції, які покращують зручність користування додатком. До таких функцій належать кнопка «Home», яка дозволяє швидко повернутися до початкового вигляду карти, інструменти контролю для переміщення карти, а також елементи керування масштабуванням, що дозволяють збільшувати або зменшувати відображення карти.

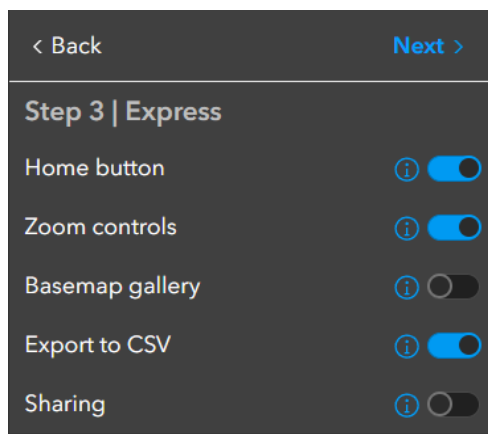


Рис. 2.11. Вікно з додаванням інтерактивних функцій для додатка «Manager».

Крок 4. На даному етапі ми маємо можливість обрати тему та зазначити конкретну тему. З метою забезпечення більш комфортної та приємної взаємодії з додатком, було прийнято рішення вибрати темну тему. Додатково, враховуючи тематику кваліфікаційної роботи, було обрано "Forest theme". Ця комбінація дозволить створити атмосферне та зручне середовище для користувачів, а також сприятиме кращому сприйняттю та розумінню предметної області додатку.

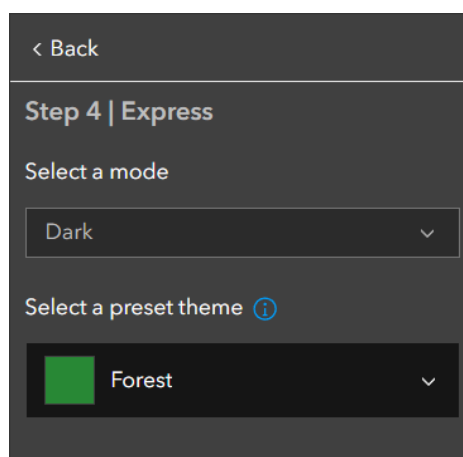


Рис. 2.12. Вікно з додаванням тем і макетів для додатку «Manager».

Після завершення налаштувань додаток можна опублікувати та поділитися ним з іншими користувачами. Додаток може бути розміщений на

веб-сайті, інтегрований у внутрішні системи організації або розповсюджений через соціальні мережі.

Шаблон «Instant App Manager» дозволяє налаштовувати функціональність додатка, включаючи пошук, фільтрування даних, відображення спливаючих вікон з додатковою інформацією, вимірювання відстаней та площ, а також інші інтерактивні інструменти:

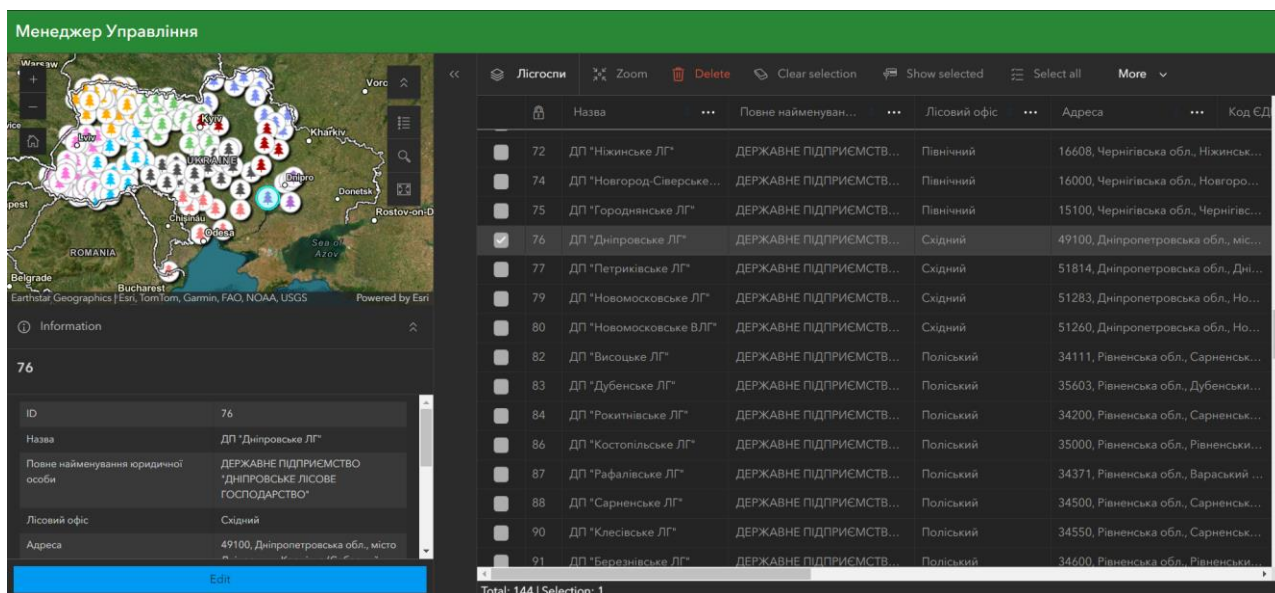


Рис. 2.13. Додаток «Менеджер Управління».

Після публікації користувачі можуть легко оновлювати свій додаток, додаючи нові дані, змінюючи налаштування або вносячи інші корективи відповідно до змін потреб і вимог.

2.3.2. Функція Instant App. Шаблон: Interactive Legend.

Інтерактивна легенда дозволяє користувачам фільтрувати слої на карті, змінюючи видимість об'єктів на основі категорій і діапазонів у легенді. Це дозволяє користувачам цілісно досліджувати карту або зосереджуватися на категоріях, які їм найбільше відповідають [34].

Для створення програми з використанням подібного шаблону, необхідно вибрати його в галереї шаблонів Esri (рис. 2.9). Цей шаблон надає готову основу для створення веб-додатків, що значно полегшує процес розробки.

Після вибору шаблону ви маєте можливість налаштувати зовнішній вигляд вашого додатка, що включає кілька важливих аспектів. Спочатку ви можете вибрати відповідну тему, яка визначатиме загальний стиль і тон вашого додатка. Далі ви маєте можливість підібрати кольорову схему, яка буде використовуватися для різних елементів інтерфейсу, що дозволить забезпечити гармонійний та привабливий вигляд.

Можливості програми:

- Ефекти шару. Використовуйте ефекти шару, щоб розрізняти об'єкти, включені та виключені у фільтрі, і вказувати, як об'єкти підкреслюються та зменшуються під час застосування фільтра за допомогою легенди.
- Кількість функцій — показує кількість для кожної функції та загальну кількість для всіх.
- Кнопка «Збільшити» — масштабує об'єкти, вибрані в легенді.
- Знімок екрана — зробіть знімок із програми, який користувач може зберегти.
- Межа навігації — обмежить навігацію картою певним регіоном і масштабуйте масштаб, щоб зберегти фокус на ключових областях карти. Ви також можете повернути карту або заборонити обертання карти.
- Параметр URL-адреси — відкрийте програму для попередньо визначеної функції за допомогою спеціального параметра URL-адреси.
- Перемикач мов — надайте переклад для власного тексту та створіть багатомовну програму.

Крок 1. Додавання нашої карти до додатку є кроком, що визначає його основну функціональність та важливість. Карта стане центральним елементом, з яким користувачі будуть взаємодіяти. Це означає, що користувачі зможуть візуально відображати географічну інформацію, проводити аналіз даних та приймати рішення на основі цих даних.

Додавання карти до додатку створює зручну та ефективну платформу для візуалізації та роботи з географічною інформацією, що може бути важливою для різних сфер застосування, включаючи геологію, екологію, урбаністику, туризм та багато інших.

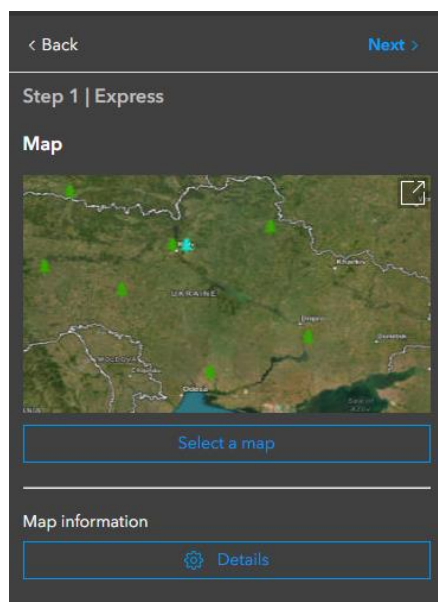


Рис. 2.14. Вікно з додаванням карт до додатку «Interactive Legend».

Крок 2. У цьому етапі створення додатка ми звертаємося до важливого аспекту – його інтерфейсу. Тут ми встановлюємо назву додатка, заголовок та фіксоване розташування спливаючих вікон, які міститимуть інформацію про окремі елементи.

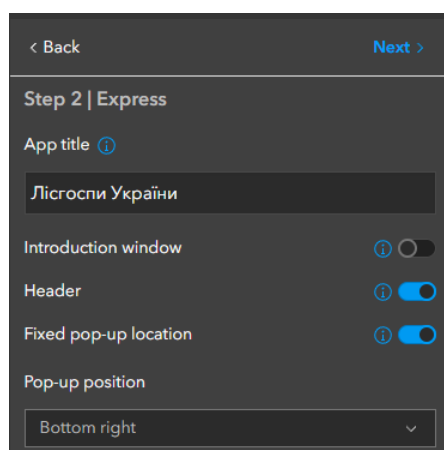


Рис. 2.15. Вікно з додаванням інформації для додатка «Interactive Legend».

Крок 3. На цьому етапі відбувається налаштування інтерактивної легенди для веб-додатка: стиль легенди (плаваючий або бокова панель), «інтерактивна легенда відкрита на початку», кнопка збільшення масштабу, кількість елементів для кожної категорії та інші.

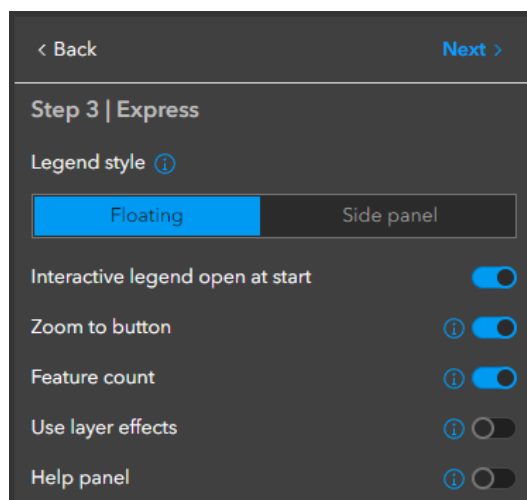


Рис. 2.16. Вікно з додаванням інтерактивного функціонала до легенди.

Крок 4. У цьому кроці ми зосереджуємося на покращенні функціональності карти, додавши до неї інтерактивні можливості. Це означає, що ми впроваджуємо різноманітні інструменти та функції, які дозволяють користувачам взаємодіяти безпосередньо з картою.

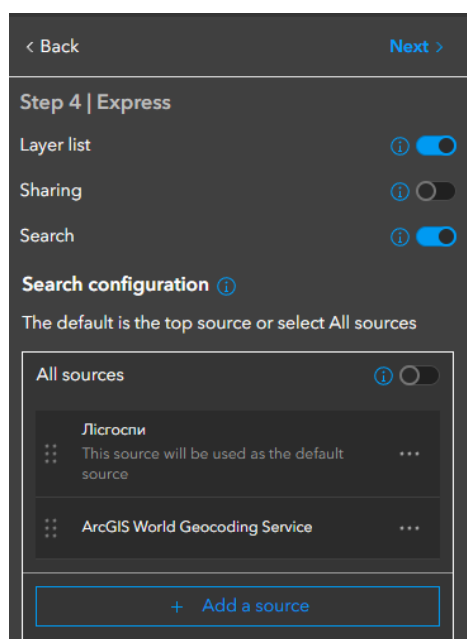


Рис. 2.17. Вікно з додаванням інтерактивних функцій.

- Layer list: Увімкнення або вимкнення списку шарів на карті.
- Sharing: Увімкнення або вимкнення опцій для спільного доступу до карти.
- Search: Увімкнення або вимкнення функції пошуку.

Search configuration:

- All sources: Вибір джерел для пошуку.

Додані джерела:

- Лісгоспи: Основне джерело пошуку.
- ArcGIS World Geocoding Service: Додаткове джерело пошуку.
- Add a source: Кнопка для додавання нових джерел пошуку.

Крок 5. На цьому етапі нам пропонується обрати тему інтерфейсу та певну задану тему для подальшої роботи. Для створення більш приємної та комфортної взаємодії з інтерфейсом було обрано темну тему оформлення, яка зменшує навантаження на очі користувача. Враховуючи тематику кваліфікаційної роботи, було вирішено обрати "Forest theme", яка відображає лісову тематику та сприяє більшій відповідності змісту роботи.

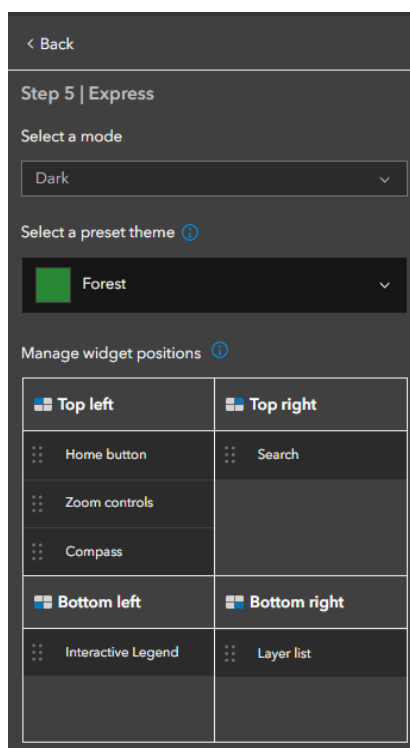


Рис. 2.18. Вікно з додаванням тем і макетів для додатка «Interactive Legend».

Після завершення налаштувань додаток можна опублікувати та поділитися ним з іншими користувачами.

«Instant App: Interactive Legend» потрібен для створення веб-додатків, які дозволяють користувачам легко взаємодіяти з картами та розуміти представлені дані за допомогою інтерактивної легенди:

Результатом є інтерактивна карта з певним функціоналом (див. рис. А.8). Легенда має заголовок «Лісгоспи» і показує загальну кількість об'єктів (144). У легенді перераховані категорії лісгоспів: «Карпатський», «Подільський», «Поліський» тощо.

Кожна категорія має свою іконку та показує кількість об'єктів у цій категорії. Користувач може взаємодіяти з легендою: вибирати категорії, щоб побачити відповідні об'єкти на карті.

Результат:

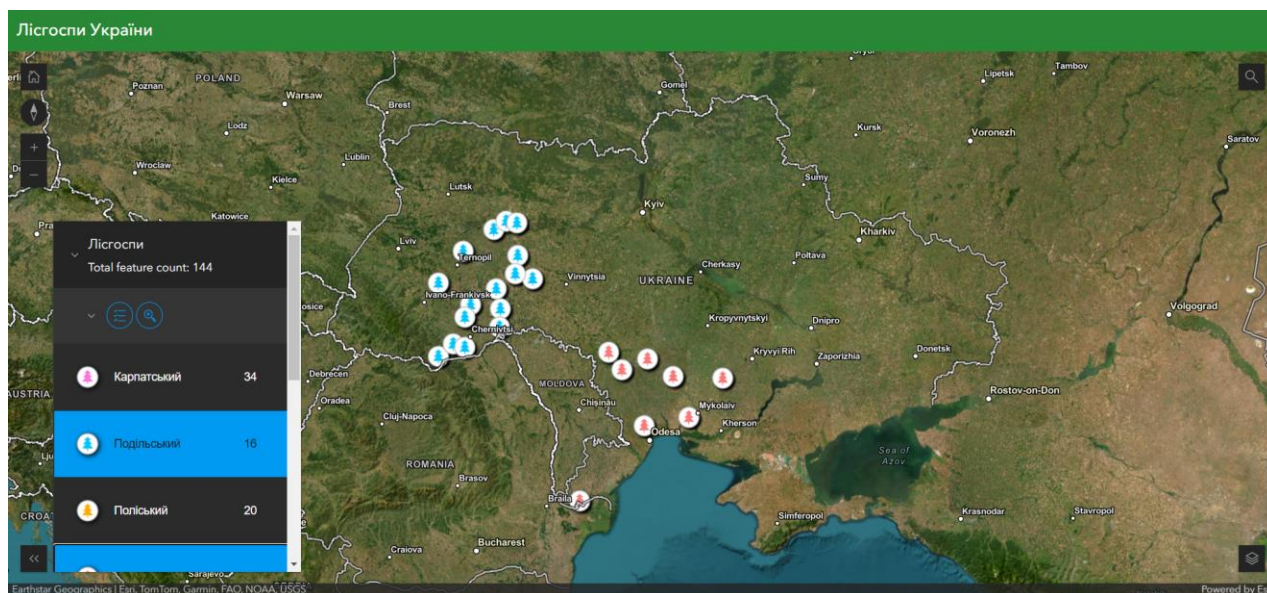


Рис. 2.19. Демонстрація інтерактивності легенди.

Була реалізована функція пошуку, яка дозволяє користувачам знаходити інформацію за різними категоріями. Серед цих категорій: «лісовий офіс», «керівник», «назва», «повне найменування юридичної особи», «адреса» та «код ЄДРПОУ».

Незважаючи на широкий вибір категорій для пошуку, у запропонованих варіантах результатів відображається лише назва, що забезпечує зручність та швидкість у виборі необхідної інформації.

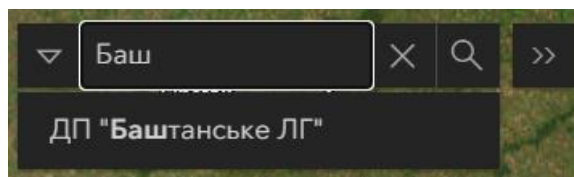


Рис. 2.23. Демонстрація функції пошуку.

Результат:

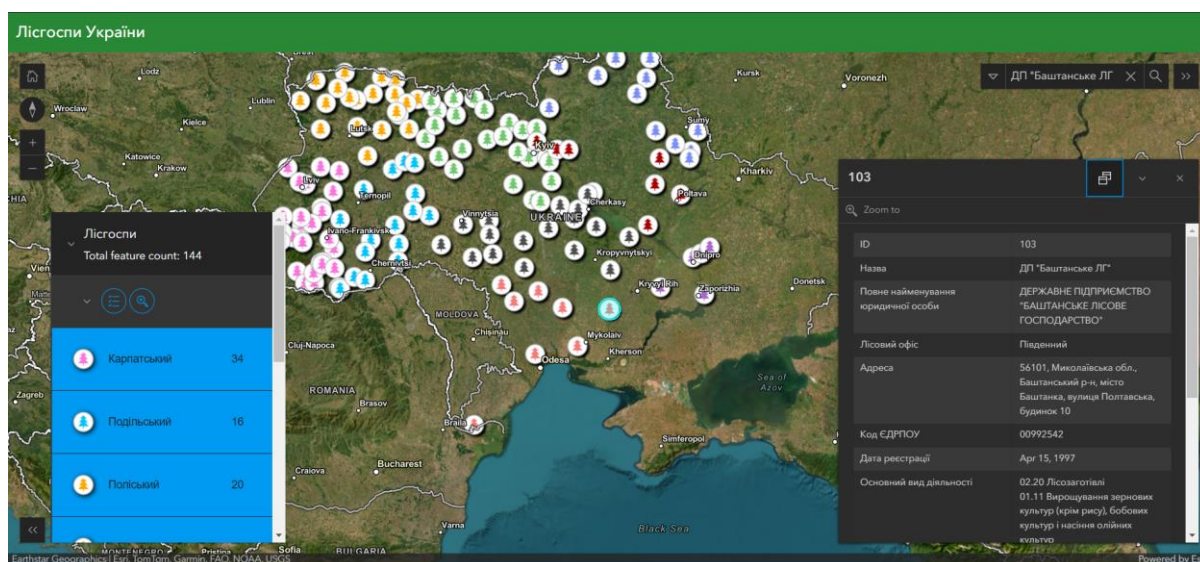


Рис. 2.20. Результат пошуку.

Додатково була впроваджена стандартна функція взаємодії користувача з картою, що дозволяє йому взаємодіяти з будь-яким елементом, представленим на карті. Це означає, що користувач може просто клацнути на будь-який об'єкт на карті, і після цього з'явиться вікно або спливаюча підказка з додатковою інформацією про цей елемент.

Такий підхід дозволяє користувачеві легко і швидко отримувати необхідну інформацію про об'єкти на карті без потреби вручну вводити запити чи переходити до окремих сторінок, що значно підвищує зручність і ефективність користування додатком чи веб-сайтом з інтерактивною картографією.

Завдяки інтерактивним картографічним інструментам, користувачі можуть взаємодіяти з картами у режимі реального часу. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє їм просто натискати на об'єкти на карті для миттєвого отримання детальної інформації, такої як опис, координати, фото, відео або посилання на додаткові ресурси. Це значно економить час, оскільки немає потреби шукати інформацію окремо або вводити складні запити в пошукових системах.

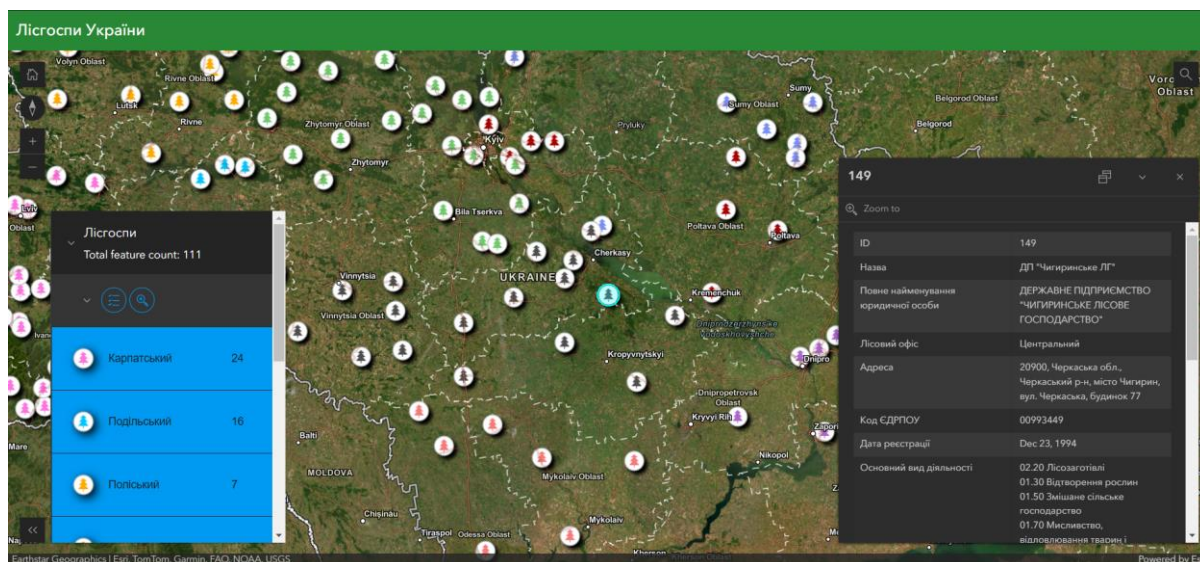


Рис. 2.21. Результат прямої взаємодії з елементом.

РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Удосконалення одержаних результатів.

Покращення програм є важливим для забезпечення їх ефективності, безпеки та задоволення потреб користувачів [35]. Зручність використання, інтуїтивний інтерфейс та привабливий дизайн забезпечують позитивний досвід для користувачів, що сприяє їх задоволенню та лояльності.

Розвиток технологій відбувається дуже швидко, тому програми повинні бути актуальними і відповідати сучасним стандартам та вимогам. Регулярні оновлення необхідні для усунення вразливостей та захисту даних користувачів від кіберзагроз і зловмисних атак.

Користувацькі потреби змінюються з часом, тому необхідно додавати нові функції та можливості, щоб задовольнити ці потреби та залишатися конкурентоспроможними.

Тобто, постійне вдосконалення програм є критично важливим для їх успішного функціонування, задоволення потреб користувачів та підтримання конкурентоспроможності на ринку.

3.2. Пропозиції для покращення роботи з додатками.

3.2.1. Покращення роботи додатку «Manager».

Пропозицій щодо удосконалення «Instant App: Manager» для покращення користувацького досвіду та розширення функціональності:

Розширені налаштування безпеки:

- Додати можливість багатофакторної аутентифікації (MFA) для підвищення безпеки користувачів.

- Впровадити більш детальні налаштування дозволів і ролей для управління доступом до різних функцій додатку.

Інтеграція з іншими системами:

- Забезпечити інтеграцію з популярними системами управління проектами та колабораційними інструментами (наприклад, Trello, Slack, Jira) для покращення командної роботи.

Поліпшення аналітики та звітності:

- Додати можливість створення кастомних звітів та дашбордів для візуалізації ключових показників.

Оптимізація продуктивності:

- Провести оптимізацію коду для забезпечення швидшої роботи додатка, особливо при роботі з великими обсягами даних.

Запровадження цих удосконалень дозволить «Instant App: Manager» стати значно потужнішим та зручнішим інструментом для управління. Ці зміни принесуть суттєві переваги як для ефективності роботи, так і для задоволення користувачів. Завдяки впровадженню нових функцій та оптимізації існуючих, користувачі зможуть виконувати свої завдання швидше і ефективніше. Це зменшить час на рутинні операції та дозволить зосередитися на більш стратегічних аспектах їхньої діяльності.

Крім того, покращення інтерфейсу користувача зробить додаток більш інтуїтивно зрозумілим, що зменшить час на навчання і адаптацію нових користувачів. Це також підвищить задоволення користувачів, оскільки вони зможуть легше та швидше знаходити необхідні функції та інформацію. Удосконалення в сфері аналітики та звітності дадуть змогу менеджерам отримувати більш точні та актуальні дані для прийняття обґрунтованих рішень, що підвищить загальну продуктивність організації.

Завдяки більш стабільній та безпечній роботі системи, користувачі зможуть бути впевненими у збереженні своїх даних та надійності додатка, що ще більше сприятиме їхньому задоволенню та довірі до продукту. Загалом, всі ці покращення створять умови для більш ефективного та комфортного

використання «Instant App: Manager», що безумовно підвищить як продуктивність роботи, так і рівень задоволення користувачів.

3.2.2. Покращення роботи додатку «Interactive Legend».

Пропозиції щодо удосконалення «Instant App: Interactive Legend» для покращення користувацького досвіду та функціональності:

Додаткові опції налаштування легенди:

- Дозволити користувачам більш гнучко налаштовувати вигляд і розташування легенди, зокрема змінювати розмір і стиль шрифтів, кольори іконок та тло легенди.

Візуальні ефекти та анімації:

- Впровадити плавні анімації при виборі об'єктів та зміні масштабів карти, що зробить взаємодію більш привабливою та інтуїтивною.

Динамічні оновлення даних:

- Забезпечити можливість динамічного оновлення даних на карті в режимі реального часу, що буде особливо корисно для відображення змінних даних (наприклад, метеорологічних умов, транспортних рухів).

Інтеграція з іншими сервісами:

- Додати можливість інтеграції з іншими популярними сервісами та додатками (наприклад, Google Maps, OpenStreetMap), що дозволить розширити можливості використання додатку.

Покращена аналітика:

- Вбудувати інструменти аналітики, які дозволять користувачам проводити більш детальний аналіз даних безпосередньо в додатку (наприклад, побудова графіків, гістограм, статистичних зведень).

Ці пропозиції можуть значно покращити функціональність «Instant App: Interactive Legend», зробивши його більш зручним та потужним інструментом для користувачів. Перш за все, розширення функціональних можливостей

додатку дозволить користувачам виконувати свої завдання ефективніше. Збільшення кількості підтримуваних форматів даних та інтеграція з іншими популярними сервісами значно полегшить процес завантаження, обробки та візуалізації даних. Це зробить додаток більш універсальним та корисним для широкого кола користувачів, від дослідників до аналітиків та менеджерів.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс є ключовим аспектом зручності використання. Покращення у цій сфері допоможуть новим користувачам швидше освоїтись, а досвідченим - ефективніше виконувати свої завдання. Вдосконалення дизайну та організації елементів управління сприятиме зменшенню часу на пошук необхідних функцій, що підвищить загальну продуктивність роботи з додатком.

Впровадження нових функцій, таких як налаштовувані фільтри, розширені можливості пошуку та покращення інструментів для аналітики, дозволить користувачам глибше аналізувати дані та отримувати більш точні результати. Це особливо важливо для професіоналів, які працюють з великими обсягами інформації та потребують надійних інструментів для її обробки.

Забезпечення стабільної роботи додатку та високого рівня безпеки даних також є пріоритетним завданням. Надійність та захищеність даних забезпечать користувачам впевненість у збереженні їхньої інформації, що сприятиме підвищенню рівня довіри до продукту.

Окрім цього, регулярне оновлення додатку відповідно до зворотного зв'язку від користувачів дозволить постійно вдосконалювати його функціональність та відповідати актуальним потребам ринку. Це створить умови для тривалого використання додатку та підвищить його конкурентоспроможність.

Усі ці покращення разом зроблять «Instant App: Interactive Legend» більш потужним та зручним інструментом, який буде здатний ефективно задовольняти потреби своїх користувачів та сприяти їхньому успіху в роботі.

3.3. Потенційне модернізування бази геоданих.

Розширення кількості елементів у базі геоданих відкриває нові можливості для досліджень, аналізу та розробки. Перш за все, це допомагає зробити базу даних більш повною та репрезентативною, що робить її корисною для ширшого кола застосувань. Збільшення кількості даних також сприяє покращенню точності та релевантності аналізу, дозволяючи користувачам отримувати більш точні та надійні результати.

Більша база даних також може сприяти виявленню нових закономірностей, тенденцій та взаємозв'язків в географічних даних, що в свою чергу сприяє усуненню проблем та прийняттю кращих рішень в різних сферах, включаючи геопросторове планування, розробку та управління ресурсами, міське планування, навколишнє середовище та інфраструктуру. Коротше кажучи, розширення бази геоданих сприяє покращенню рішень та підвищенню ефективності в різних галузях життя.

Можна було розширити інформацію про лісгоспи в геоданих бази даних для поліпшення управління лісовими. Збільшення обсягу даних про лісгоспи дозволило б отримати більш повне та точне уявлення про розташування, стан лісових масивів та їх природоохоронну цінність. Це б надало можливість ефективніше планувати використання лісових ресурсів, вживати заходів з охорони лісів та виконувати лісову політику на основі об'єктивної інформації.

Розширивши інформацію про лісгоспи, можна отримати звітність про екологічне значення лісів. У результаті, це сприяє збереженню лісових екосистем, підвищує якість життя та забезпечує наступним поколінням доступ до важливих екологічних ресурсів.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання даної роботи було набуто значного досвіду у використанні геоінформаційних систем. В процесі дослідження, проведеного у кваліфікаційній роботі за допомогою ArcGIS Pro, ArcGIS Online та «Instant Apps», були створені два додатки – «Менеджер Управління» та «Лісгоспи України».

Було виявлено великий потенціал інструментів (ArcGIS Pro, ArcGIS Online та «Instant Apps») у геоінформаційному аналізі та вирішенні різноманітних завдань у сфері лісництва. Використання цих програмних засобів дозволило ефективно здійснювати обробку та аналіз геопросторових даних, побудову картографічних візуалізацій, а також розробку та розгортання веб-додатків для взаємодії з даними у режимі реального часу.

Використовуючи базу даних ДП «Ліси України», «YouControl» та «Clarity Project» разом з використанням ArcGIS Pro, дозволило провести детальний аналіз геоданих та виконати геопросторові операції, підвищивши ефективність роботи з геоінформаційними системами.

ArcGIS Online надав можливість розміщення та спільного використання геоданих в хмарному середовищі, що сприяло зручному співробітництву та обміну інформацією з іншими дослідниками та зацікавленими сторонами.

Використання «Instant Apps» забезпечило швидке розгортання та використання геоінформаційних додатків для взаємодії з даними та аналізу результатів досліджень в режимі реального часу.

Хоча дослідження виявило значний потенціал інструментів ArcGIS Pro, ArcGIS Online та «Instant Apps», для подальшого розвитку та покращення можна розглянути кілька можливих шляхів:

- Розширення функціональності: Додаткові можливості та інструменти в ArcGIS Pro можуть покращити його ефективність для виконання складних аналітичних завдань. Наприклад, можливість

використання розширень для обробки великих обсягів даних або для проведення глибокого машинного навчання.

- Покращення співпраці в ArcGIS Online: Додаткові засоби для спільної роботи та обміну даними між користувачами можуть сприяти більш ефективному співробітництву та збільшити потенціал платформи для командної роботи.
- Розширення функціональності «Instant Apps»: Додаткові можливості для налаштування та розширення функціоналу веб-додатків можуть зробити їх більш гнучкими та адаптованими до різних потреб користувачів.
- Подальша інтеграція з іншими платформами: Можливість легкої інтеграції з іншими геоінформаційними системами та платформами розширить потенціал інструментів та забезпечить більшу гнучкість у використанні.
- Врахування цих пунктів допоможе подальшому розвитку та удосконаленню геоінформаційних інструментів для забезпечення їх максимальної ефективності та користувацької зручності.

Отже, використання ArcGIS Pro, ArcGIS Online та «Instant Apps» в кваліфікаційній роботі підтвердило їх важливість та ефективність у сучасному геоінформаційному дослідженні та практичному застосуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зелінська О. В., Потапова Н. А., Волонтир Л. О. Інформаційні системи та технології в галузі. Вінниця: Вінницький Національний Аграрний Університет, 2020. – 263 с.
2. З історії лісового господарства України. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/z-istoriyi-lisovogo-gospodarstva-ukrayini> (Дата звернення: 12.12.2023).
3. Носов Є. К. Інформаційні системи в економіці. Всеукраїнській конференції молодих вчених «Математичні методи та цифрові технології в економіці», 15 березня 2024 р.
4. Петлюк І., Рижов Є., Гелета С., Істомін К. ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2022», 6–8 квітня 2022 року. – 78 с.
5. Барабаш О. В., Бандурка О. І., Шпурик В. В., Свинчук О. В. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ГЕОДАНИХ ДЛЯ ВІДСЛІДКОВУВАННЯ ЗМІН РОСЛИННОСТІ. Київ: Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2021. – 9 с.
6. Пашинська Н. М. Інформаційна система управління геопросторовими даними містобудівного кадастру. Магістерська дисертація. Київ: Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2023. – 104 с.
7. ESRI. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ESRI> (Дата звернення: 20.12.2023).
8. Four Reasons to Jump into ArcGIS Pro. URL: <https://www.exprodat.com/blog/four-reasons-to-jump-into-arcgis-pro/> (Дата звернення: 20.12.2023).

9. ArcGIS Pro – Reinventing Desktop GIS. URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/3d-gis/3d-gis/arcgis-pro-reinventing-desktop-gis/> (Дата звращения: 20.12.2023).
10. Use the Catalog pane. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/projects/the-project-pane.htm> (Дата звращения: 25.12.2023).
11. Understanding services, layers, and maps. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/sharing/overview/understanding-services-layers-and-maps.htm> (Дата звращения: 25.12.2023).
12. Migration from ArcGIS Pro 2.x to 3.x URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/migrate-2x-to-3.htm> (Дата звращения: 26.12.2023).
13. ESRI. URL: <https://www.esri.com/en-us/home> (Дата звращения: 15.01.2024).
14. Download ArcGIS Pro. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/download-arcgis-pro.htm> (Дата звращения: 15.01.2024).
15. What is ArcGIS Pro? URL: <https://www.openlm.com/knowledge-base/what-is-arcgis-pro-kb/> (Дата звращения: 15.01.2024).
16. What is the ArcGIS 3D Analyst extension? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/what-is-the-3d-analyst-extension-.htm> (Дата звращения: 18.01.2024).
17. What is Data Reviewer? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/data-reviewer/what-is-data-reviewer.htm> (Дата звращения: 18.01.2024).
18. ArcGIS Image Analyst. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-image/options/arcgis-image-analyst> (Дата звращения: 18.01.2024).
19. Use the ArcGIS Publisher extension. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/sharing/overview/what-is-publisher.htm> (Дата звращения: 18.01.2024).
20. What is Workflow Manager (Classic). URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/workflow-manager/what-is-workflow-manager-.htm> (Дата звращения: 18.01.2024).

21. What is the Data Interoperability extension? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/data-interoperability/what-is-the-data-interoperability-extension-.htm> (Дата звернення: 18.01.2024).
22. What is the ArcGIS Geostatistical Analyst extension? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/geostatistical-analyst/what-is-arcgis-geostatistical-analyst-.htm> (Дата звернення: 18.01.2024).
23. What is the ArcGIS Spatial Analyst extension? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/spatial-analyst/what-is-the-spatial-analyst-extension.htm> (Дата звернення: 18.01.2024).
24. What is the ArcGIS Network Analyst extension? URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm> (Дата звернення: 18.01.2024).
25. Create a feature class. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/feature-classes/create-a-feature-class.htm> (Дата звернення: 22.01.2024).
26. Point. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/arcpy-classes/point.htm> (Дата звернення: 22.01.2024).
27. ФІЛІЇ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ». URL: <https://e-forest.gov.ua/filii-dp-lisy-ukrainy/> (Дата звернення: 08.02.2024).
28. What is a geodatabase? URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/geodatabases/overview/what-is-a-geodatabase-.htm> (Дата звернення: 03.02.2024).
29. YouControl. URL: <https://youcontrol.com.ua/> (Дата звернення: 08.02.2024).
30. Clarity Project. URL: <https://clarity-project.info/> (Дата звернення: 08.02.2024).
31. ArcGIS field data types. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/geodatabases/overview/arcgis-field-data-types.htm> (Дата звернення: 04.02.2024).

32. What's New in Instant Apps (February 2024). URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/announcements/whats-new-in-instant-apps-february-2024/> (Дата звернення: 05.02.2024).
33. Manager. URL: <https://doc.arcgis.com/en/instant-apps/latest/create-apps/manager.htm> (Дата звернення: 10.02.2024).
34. Interactive Legend. URL: <https://doc.arcgis.com/en/instant-apps/latest/create-apps/interactive-legend.htm> (Дата звернення: 10.02.2024).
35. ОСОБЛИВОСТІ UX ТЕСТУВАННЯ НА ПОЧАТКУ РОЗРОБКИ ПРОДУКТУ. URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/features-of-ux-testing-at-the-beginning-of-product-development/> (Дата звернення: 06.03.2024).
36. Державне підприємство «Ліси України». URL: <https://e-forest.gov.ua/> (Дата звернення: 02.05.2024).
37. R. Kelly Rainer, Brad Prince, Cristobal Sanchez-Rodriguez, Ingrid Splettstoesser-Hogeterp, Sepideh Ebrahimi. Introduction to information systems. John Wiley & Sons, 2020. – 496 с.
38. Лісове господарство. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лісове_господарство (Дата звернення: 12.05.2024).
39. Селінний М. М. Корма О. М. Лісове господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку. Миколаївський НАУ, 2019. – 211-217 с.
40. Дубина М. В., Зінкевич О. В. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ. БІЗНЕСІНФОРМ № 2, 2020. – 187-192 с.
41. ArcGIS Pro user interface. URL: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/user-interface.htm> (Дата звернення: 03.05.2024).
42. Про затвердження Положення про обласні управління лісового та мисливського господарства Державного агентства лісових ресурсів України: Закон України від 26.03.2021 р. № 694/36316 URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0694-21#Text> (Дата звернення: 03.05.2024).

43. SMALLFOREST. URL: <https://www.lisovporyadnyk.org.ua/smallforest/> (Дата звернення: 04.05.2024).

44. What is the "Smallforest" mobile app, and how to use it. URL: <https://forestcom.org.ua/en/news-post/smallforest-mobilnij-zastosunok-dostupnij-kozhnomu> (Дата звернення: 04.05.2024).

45. Leverage Cloud Data Warehouses with ArcGIS Pro and ArcGIS Enterprise. URL: <https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/leverage-cloud-data-warehouses-with-arcgis-pro-and-arcgis-enterprise/> (Дата звернення: 05.05.2024).

Перелік додаткової інформації

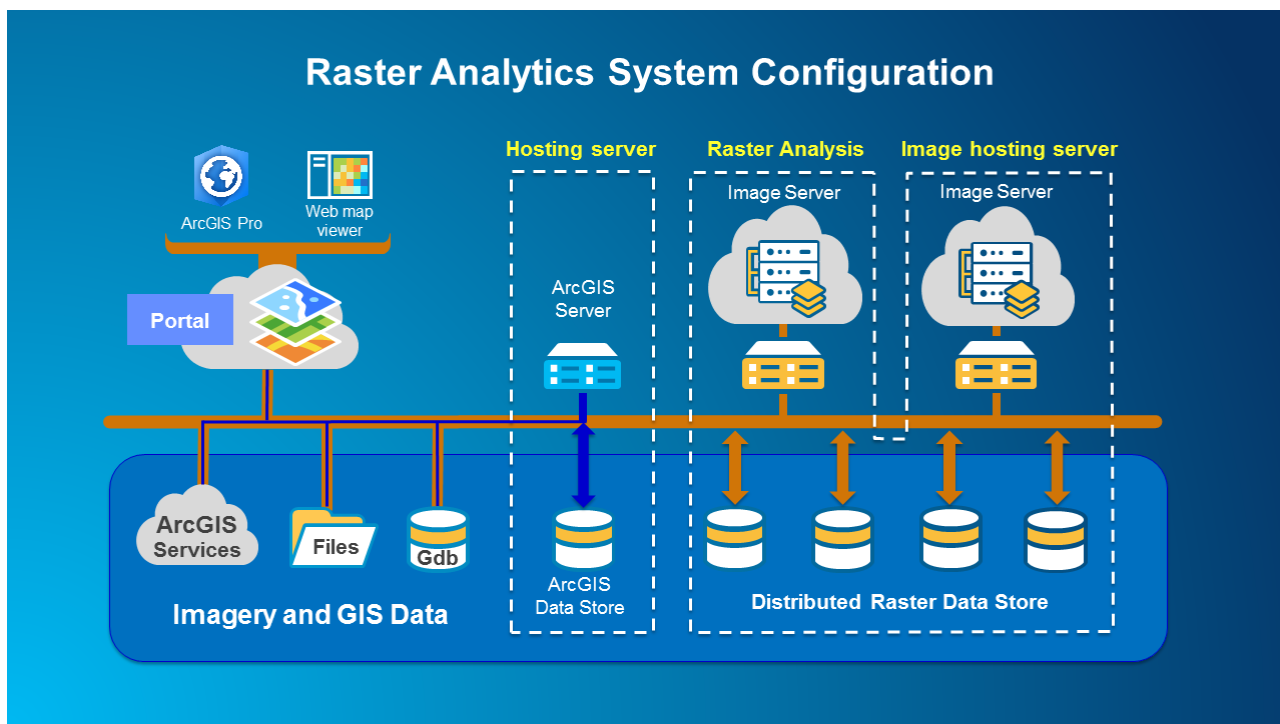


Рис. А. 1. Схема роботи хмарного сховища ESRI.

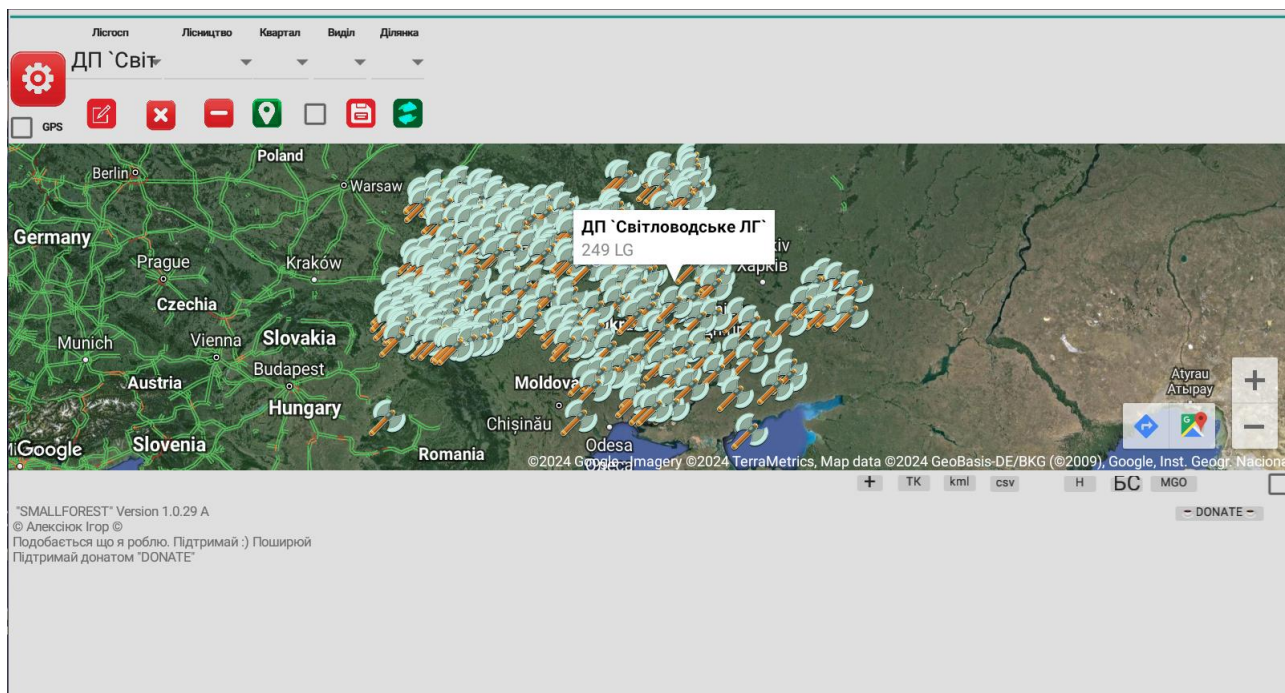


Рис. А. 2. Інтерфейс мобільного додатка «SMALLFOREST».

РУХ ІНФОРМАЦІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ



Рис. А. 2.3. Схема роботи додатка «SMALLFOREST».

ЛІСОВА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ

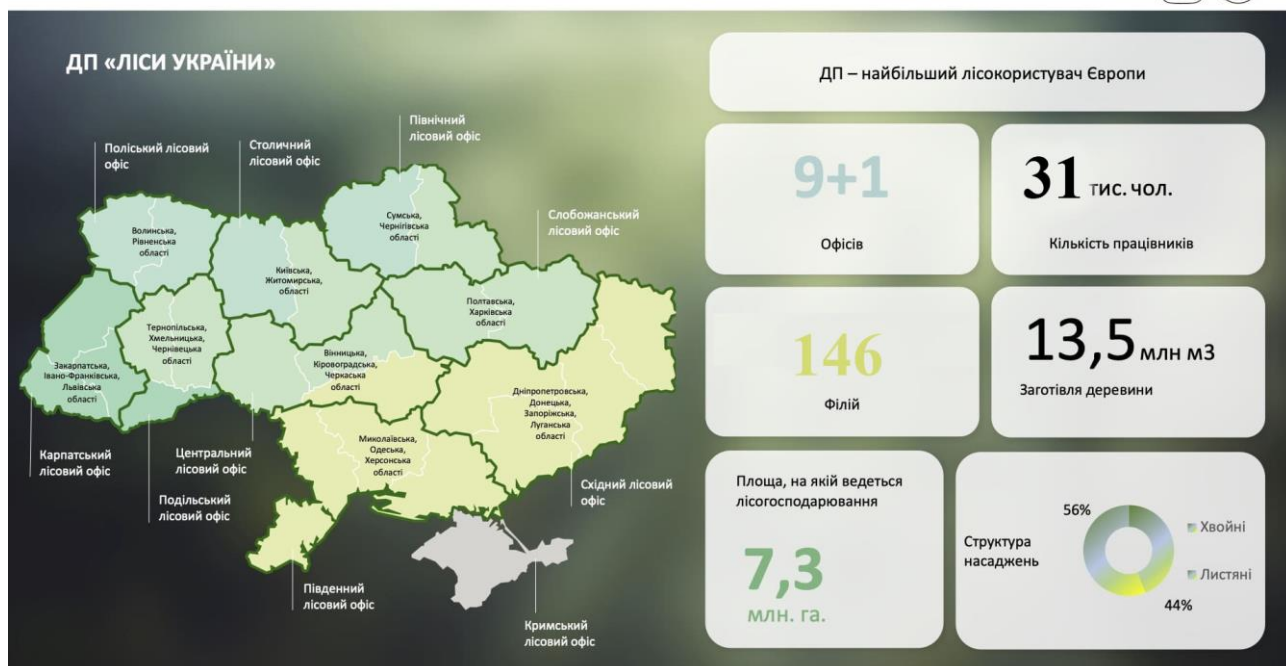


Рис. А. 3. Картка з основною інформацією ДП «Ліси України».

ЛІСОВА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ

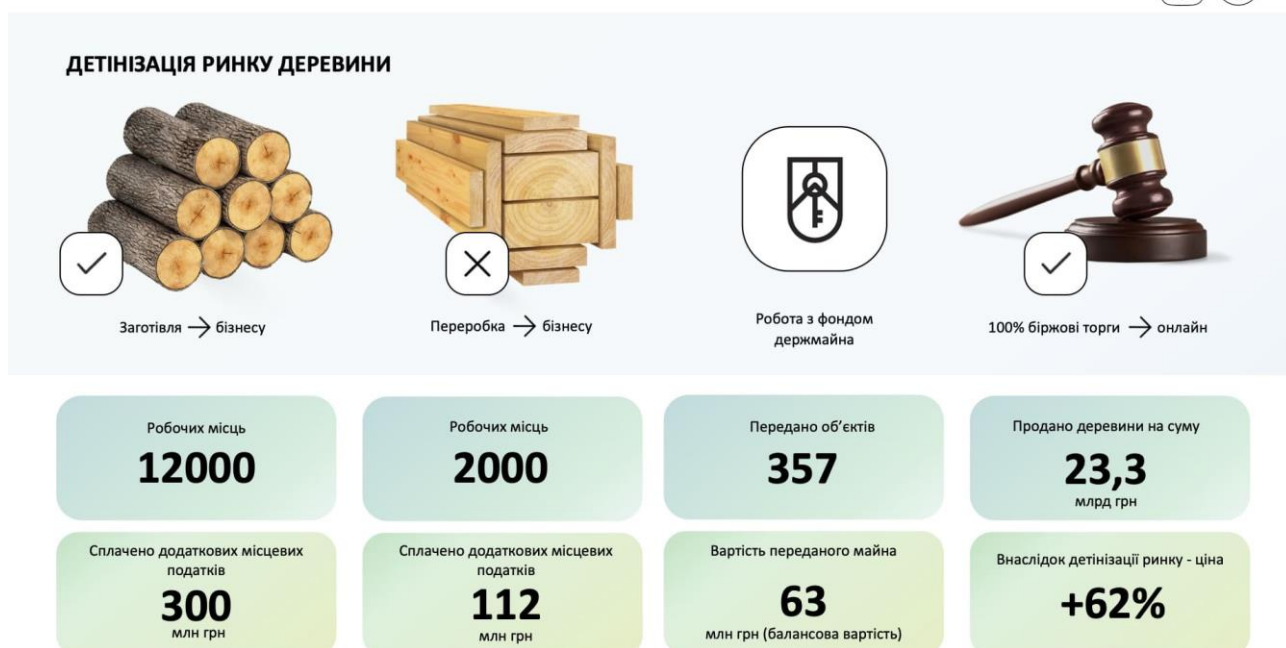


Рис. А. 4. Дані ДП «Ліси України».

Продовження додатка А

	ID * ▲	Фор...	Назва	Повне найменування юридичної особи	Лісовий офіс	Адреса
81	91	Point Z	ДП "Березнівське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "БЕРЕЗНІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	34600, Рівненсь...
82	92	Point Z	ДП "Соснівське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "СОСНІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	34652, Рівненсь...
83	93	Point Z	ДП "Володимир-Вол..."	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ВОЛОДИМИР-ВОЛИНСЬКЕ ЛІСОМИСЛ..."	Поліський	44702, Волинсь...
84	94	Point Z	ДП "Ківерцівське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КІВЕРЦІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	45200, Волинсь...
85	95	Point Z	ДП "Маневицьке ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "МАНЕВИЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	44601, Волинсь...
86	96	Point Z	ДП "Городоцьке ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ГОРОДОЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	44615, Волинсь...
87	97	Point Z	ДП "Любешівське Л..."	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЛЮБЕШІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОС..."	Поліський	44200, Волинсь...
88	98	Point Z	ДП "Камінь-Каширсь..."	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КАМІНЬ-КАШИРСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОД..."	Поліський	44501, Волинсь...
89	99	Point Z	ДП "Ратнівське ЛМГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "РАТНІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПО..."	Поліський	44101, Волинсь...
90	100	Point Z	ДП "Любомльське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЛЮБОМЛЬСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВ..."	Поліський	44300, Волинсь...
91	101	Point Z	ДП "Ковельське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КОВЕЛЬСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	45006, Волинсь...
92	102	Point Z	ДП "Колківське ЛГ"	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КОЛКІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"	Поліський	44661, Волинсь...
93	103	Point Z	ЛП "Баїтанське ЛГ"	ЛЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "БАІІІТАНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОЛАРСТВО"	Південний	56101, Миколаї...

Рис. А. 5. База геоданих в ArcGIS Pro (1).

Код ЄДРПОУ	Дата реєстрації	Основний вид ді...	Керівник	Структурні пі...	Площа	Розмір статутного к...
00992792	28 May 1998	02.10 Лісівництво т...	Кльоп Леонід Леонідо...	6 лісництв	19.4 тис. га	4 104 699.50 грн
00992786	8 May 1998	02.10 Лісівництво т...	Прохор Олександр Во...	8 лісництв	25.7 тис. га	2 574 218.63 грн
00991516	6 Oct 1998	02.20 Лісозаготівлі	Філюк Володимир Вол...	17 лісництв	-	3 634 828.72 грн
00991551	27 Feb 1992	02.40 Надання доп...	Ярмолюк Анатолій Вол...	17 лісництв	78 634,7 га	14 611 509.50 грн
00991545	6 Oct 1993	02.10 Лісівництво т...	Радіон Володимир Ол...	9 лісництв	52 540 га	6 276 974.81 грн
00991522	29 Nov 1993	02.40 Надання доп...	Онищук Олександр А...	6 лісництв	27 960,7 га	2 925 894.73 грн
14289429	29 Nov 1993	02.10 Лісівництво т...	Павляшик Олег Валент...	9 лісництв	23 110,5 га	1 156 700.00 грн
00991568	19 Apr 1994	02.10 Лісівництво т...	Корецький Володимир...	14 лісництв	12 707,9 га	2 191 000.00 грн
00991503	14 Sep 1998	02.10 Лісівництво т...	Тишковець Сергій Мик...	8 лісництв	11 634,12 га	4 503 900.00 грн
00991580	30 Nov 1993	02.40 Надання доп...	Туревич Володимир С...	14 лісництв	24 517,2 га	2 772 934.80 грн
00991539	12 Oct 1993	02.10 Лісівництво т...	Данилюк Віктор Петро...	13 лісництв	20 501,5 га	3 088 455.58 грн
00991597	18 Oct 1993	02.40 Надання доп...	Матчук Сергій Микола...	12 лісництв	25 623 га	3 958 981.62 грн
00992542	15 Apr 1997	02.20 Лісозаготівлі	Крет Юрій Всеволодов...	6 лісництв	26.5 тис. га	237 200.00 грн

Рис. А. 6. База геоданих в ArcGIS Pro (2).

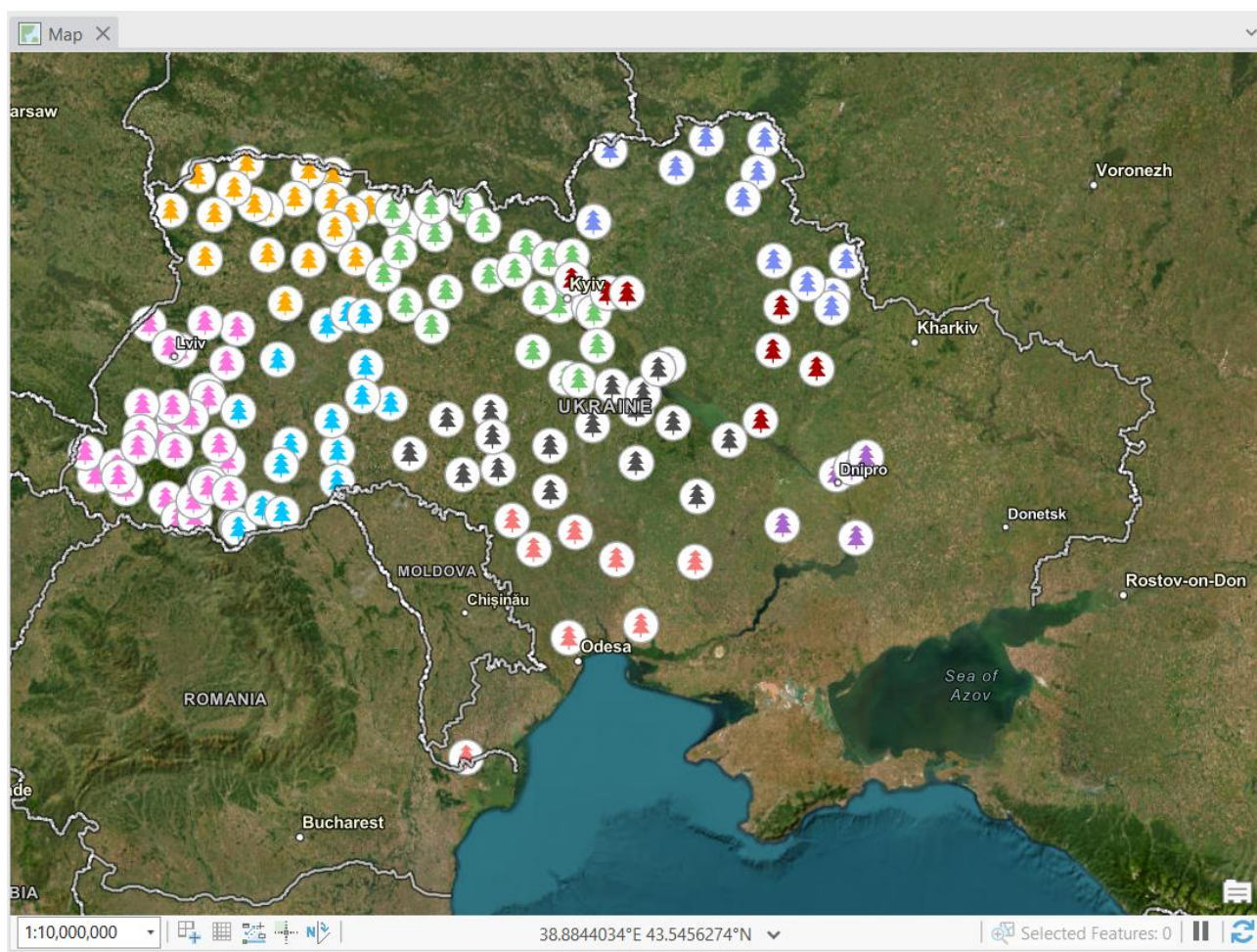


Рис. А. 7. Виконана карта в ArcGIS Pro.

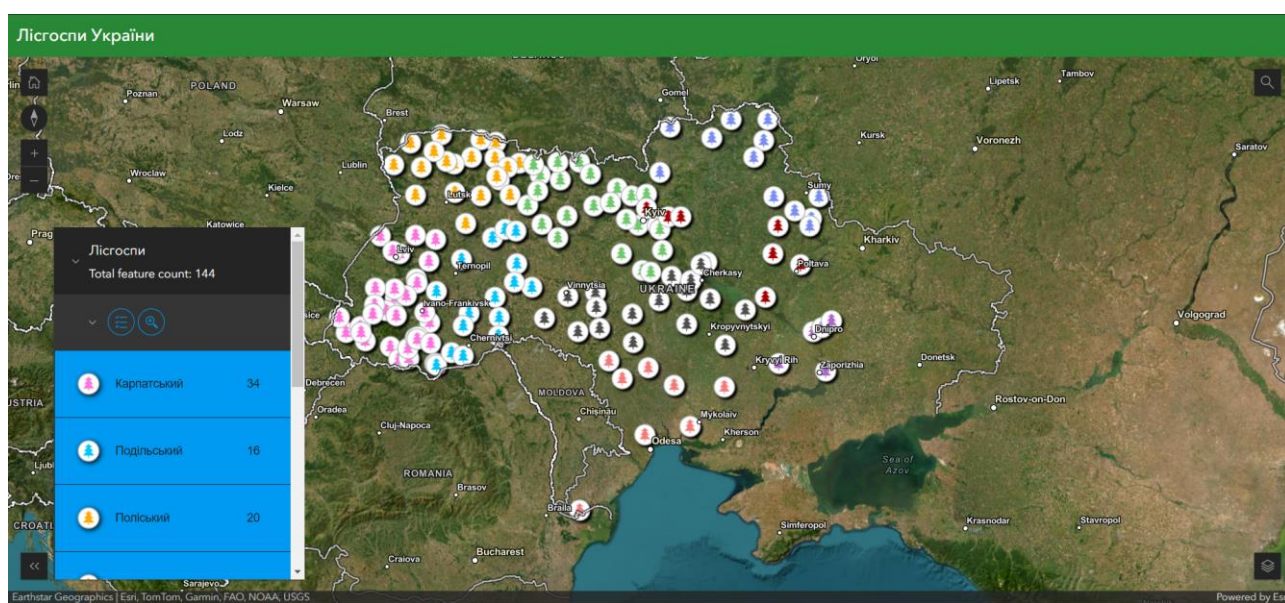


Рис. А. 8. Інтерфейс додатка «Лісгоспи України».

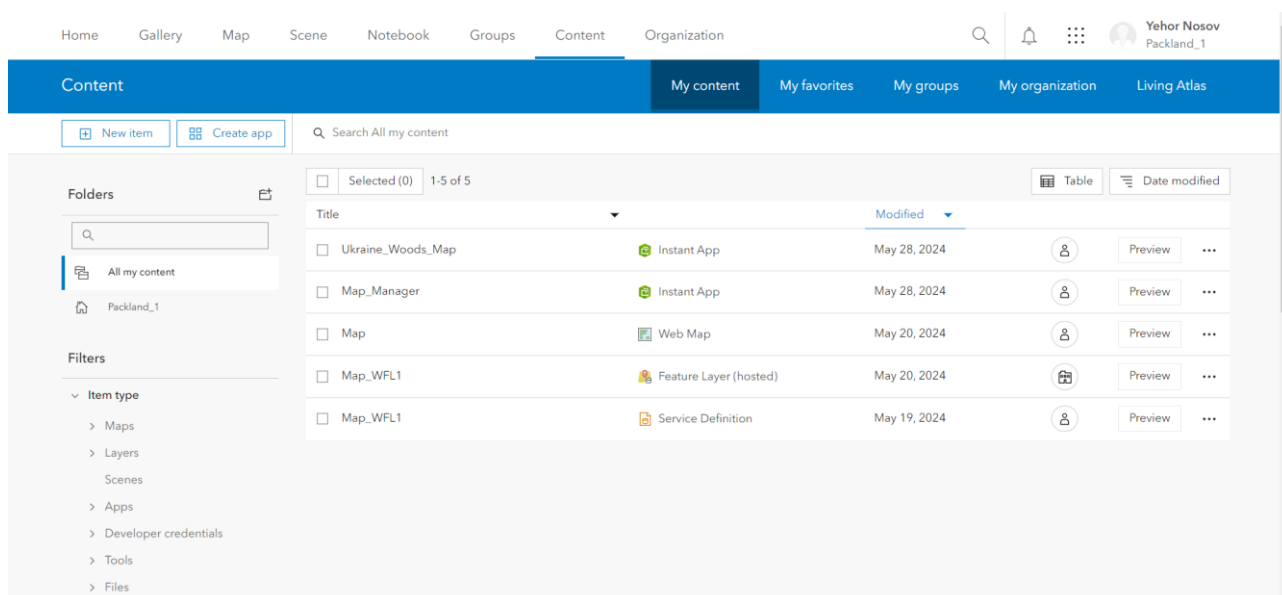


Рис. А.9. Галерея з контентом на сайті ArcGIS Online.