

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Наталія АУШЕВА
" ____ " _____ 2023

р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
“Цифрові технології в енергетиці”
зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”

на тему Інформаційна система управління геопросторовими даними містобудівного кадастру

Виконала: студентка 2 курсу, групи ТР-з21мп

Пашинська Наталія Миколаївна
(прізвище, ім’я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник зав.каф., проф., д.т.н. Наталія АУШЕВА
(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Рецензент доц. каф. геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі НУБіП, доц., д.е.н. Антон КОШЕЛЬ
(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

.....

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АТОМНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

За освітньою програмою “Цифрові технології в енергетиці”

Спеціальності 122 Комп’ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Наталія АУШЕВА
(підпис)

«_____» _____ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Пашинській Наталії Миколаївні

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації Інформаційна система управління геопросторовими даними містобудівного кадастру

Науковий керівник Аушева Наталія Миколаївна, д.т.н, проф.

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “08” листопада 2023 року №5202-с

2. Строк подання студентом дисертації 18 грудня 2023р

3. Вихідні дані до роботи Сучасні світові методи та технології для оброблення та управління геопросторовими даними. Бази геопросторових даних містобудівного кадастру державного рівня. Містобудівна документація місцевого рівня.

4. Перелік питань, які потрібно розробити Виконати узагальнений аналіз існуючих геоінформаційних систем для управління геопросторовими даними. Розробити інформаційну систему управління та візуалізації геопросторових даних містобудівного кадастру. Розробити архітектуру програмного забезпечення, розробити інтерфейс програмного забезпечення, створити програмний продукт. Протестувати набори геопросторових даних містобудівної документації.

5. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу 1. Постановка задачі задачі розроблення інформаційної системи управління геопросторовими даними містобудівного кадастру – 5 рисунків, 2. Аналіз підходів до розроблення геоінформаційних систем – 4 рисунки, 3. Засоби реалізації інформаційної системи – 5 рисунків. 4. Програмна реалізація інформаційної системи – 15 рисунків і 8 таблиць. 5. Розроблення стартап-проекту – 18 таблиць.

6. Орієнтований перелік публікацій 1. Пашинська Н.М. Геоінформаційна система містобудівного кадастру – основа для управління геопросторовими даними містобудівної документації // Геопростір-2023. Збірник тез доповідей. Матеріали V-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 17-18 жовтня 2023 року. – К. КНУБА, 2023. С. 23-24.

8. Дата видачі завдання «24» жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	24.10.2022	
2	Збір інформації	25.10-31.10.2023	
3	Аналіз вимог завдання, розробка методів і засобів розв'язання поставленої задачі	01.11-10.11.2023	
4	Розробка та тестування програмного продукту	11.11-25.11.2023	
5	Підготовка матеріалів магістерської роботи	26.11.2023	
6	Написання основних розділів магістерської роботи	28.11-03.12.2023	
7	Захист програмного продукту	23.10.2023	
8	Передзахист	04.12.2023	
9	Захист	08.01.2024	

Студент

(підпис)

Наталія ПАШИНСЬКА

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник

(підпис)

Наталія АУШЕВА

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми роботи. Містобудівний кадастр – це система реєстрації, зберігання та використання містобудівної інформації про фактичні геопросторові об'єкти території та перспективи її розвитку. Створення містобудівного кадастру є важливим для прийняття обґрунтованих рішень для управління територіями на основі даних. Тому дослідження та реалізація відповідних методів та засобів управління геопросторовими даними мають значне практичне значення та є актуальними.

Мета роботи - оптимізація управління містобудівним кадастром та ефективне використання геопросторових даних на основі геоінформаційної системи.

Завдання дослідження:

- проаналізувати існуючі системи управління геопросторовими даними у містобудівному кадастрі для визначення їхніх переваг та недоліків;
- визначити вимоги та розробити концепцію інформаційної системи, що включає модель даних, архітектуру, функціональні можливості системи;
- вивчити та використати методи в області геопросторових даних для підвищення оптимізації їх обробки та використання;
- розробити інструменти та інтерфейси для ефективного управління геопросторовими даними;
- провести тестування, оцінку продуктивності та ефективності розробленої системи.

Об'єкт дослідження – інформаційна система.

Предмет дослідження – управління геопросторовими даними містобудівного кадастру, що пов'язані зі збиранням, передаванням, прийманням, реєстрацією, зберіганням, обробленням, аналізом, узагальненням та використанням даних про містобудівну документацію.

Практична цінність отриманих в роботі результатів полягає в підвищенні ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і громадян на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.

Апробація результатів дисертації. Основні тези та положення даної роботи обговорювались і доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції “Геопростір-2023. Інфраструктура геопросторових даних: геоінформаційне забезпечення містобудування та відновлення України”, 17-18 жовтня, 2023, м. Київ.

За матеріалами дисертації опубліковано роботу: Пашинська Н.М. Геоінформаційна система містобудівного кадастру – основа для управління геопросторовими даними містобудівної документації // Геопростір-2023. Збірник тез доповідей. Матеріали V-ї Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 17-18 жовтня 2023 року). – К. КНУБА, 2023. - С. 23-24.

Дисертація складається зі вступу, п’яти розділів та висновків. Повний обсяг дисертації становить 108 сторінок, в тому числі 100 сторінок основного тексту, 26 таблиць, 29 рисунків, 1 додатку, 3 сторінок списку використаних джерел у кількості 38 найменувань.

Ключові слова: *геопросторові дані, містобудівний кадастр, геоінформаційна система, геопортал, містобудівна документація, ГІС-сервер.*

ABSTRACT

Actuality of theme. The urban cadastre is a system of registration, storage and use of urban planning information about the actual geospatial objects of the territory and its development prospects. The creation of an urban cadastre is important for making informed decisions for the management of territories based on data. Therefore, research and implementation of appropriate methods and means of geospatial data management are relevant and have practical significance.

The purpose of the work is to optimize the management of the urban cadastre and the effective use of geospatial data based on the geoinformation system.

Objectives of the study:

- analyze the existing geospatial data management systems in the urban cadastre to determine their advantages and disadvantages;
- determine the requirements and develop the concept of the information system, which includes the data model, architecture, system functionality;
- study and use methods in the field of geospatial data to improve the optimization of their processing and use;
- develop tools and interfaces for effective management of geospatial data;
- conduct testing, performance and efficiency evaluation of the developed system.

The object of research is an information system.

The subject of the study is the management of geospatial data of the urban planning cadastre, related to the collection, transmission, reception, registration, storage, processing, analysis, summarization and use of data on urban planning documentation.

The practical value of the results obtained in the work lies in the increased quality and effectiveness of information support for management decision-making by state authorities and local self-government bodies regarding the sustainable development of the territory and the satisfaction of information needs in the field of urban planning activities of organizations, enterprises, public associations and citizens based on the

formation, integration, constant updating, use and provision of access to geo-information resources on the territory of the state using modern geo-information technologies.

Approbation of the results of the dissertation. The main provisions of this work were reported and discussed at: International Scientific and Practical Conference "Geospace", October 16, 2023, Kyiv.

Based on the materials of the dissertation, a work was published: Pashinska N.M. The geoinformation system of the urban cadastre is the basis for the management of geospatial data of urban planning documentation // *Geoprostir. K.*, 2023. - P. 23-25.

The dissertation consists of an introduction, five chapters and conclusions. The full volume of the dissertation is 108 pages, including 100 pages of the main text, 26 tables, 29 figures, 3 pages of the list of used sources in the amount of 38 names.

Keywords: *geospatial data, urban planning cadastre, geoinformation system, geoportal, urban planning documentation, GIS server.*

ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, КОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	10
	ВСТУП.....	11
1	ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАНИМИ МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ.....	16
1.1	Управління містобудівним кадастром.....	16
1.2	Основні підходи до аналізу та обробки геопросторових даних.....	21
2	АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	27
2.1	Класифікація геоінформаційних систем.....	27
2.2	Складові геоінформаційної системи.....	31
2.3	Особливості збереження геопросторових даних в геоінформаційних системах.....	34
3	ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	40
3.1	Стек технологій для реалізації системи.....	40
3.2	Розроблення бази геопросторових даних.....	51
3.3	Компонентний склад системи.....	56
4	ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	59
4.1	Розроблення прикладного інтерфейсу.....	59
4.2	Управління даними.....	71
4.3	Рольова модель та персональні ролі користувачів.....	73
4.3.1	Електронний кабінет замовника містобудівної документації.....	73
4.3.2	Електронний кабінет розробника містобудівної документації.....	75
4.3.3	Електронний кабінет експертизи містобудівної документації.....	77
4.4	Функціональні можливості інформаційної системи.....	78
5	РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ.....	88
5.1	Опис ідеї стартап-проєкту.....	88
5.2	Технологічний аналіз ідеї стартап-проєкту.....	88
5.3	Порівняльний аналіз ринкових можливостей стартап-проєкту.....	91
5.4	Формування ринкової стратегії проєкту.....	95

5.5	Розроблення маркетингової програми розвитку стартап-проєкту.....	97
	ВИСНОВКИ.....	100
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
	ДОДАТОК А.....	104

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ГІС – геоінформаційна система.

МБД – містобудівна документація.

МБК – містобудівний кадастр.

СУБД – система управління базами даних.

РІД - ідентифікатор власності.

ТІН – триангуляційна мережа.

ІСО -

НІГД – національна інфраструктура геопросторових даних.

МПД --містобудівна і проектна документація.

ЄЦТО – єдина цифрова топографічна основа.

БГД – база геопросторових даних.

ВСТУП

Містобудівний кадастр – це система реєстрації, зберігання та використання містобудівної інформації про фактичні геопросторові об'єкти території та перспективи її розвитку. Згідно постанови КМУ «Містобудівний кадастр на державному рівні є інтегрованою інформаційно-комунікаційною системою, яка забезпечує сукупність та логічне поєднання електронних інформаційних ресурсів або інформаційних систем, що належать до організаційної структури Мінінфраструктури, внутрішню та зовнішню електронну інформаційну взаємодію, а також забезпечує збирання, формування, зберігання, використання, поширення та захист інформації про геопросторові дані території, про адміністративно-територіальної одиниці, екологічні, інженерно-геологічні умови, будівельну діяльність, інформаційні ресурси будівельних норм для задоволення інформаційних потреб у плануванні територій, забезпечення формування галузевої складової державних геоінформаційних ресурсів» [1].

Актуальність створення системи містобудівного кадастру пов'язана з необхідністю:

- збору та завантаження містобудівної документації за єдиною структурою та стандартами в єдину базу даних;
- оцифрування процесу розроблення містобудівної документації;
- безшовного покриття території якісними, уніфікованими геопросторовими даними;
- підвищення автоматизації роботи у сфері містобудування;
- створення інструменту для управління геопросторовими даними містобудівної документації;
- інтеграції усіх містобудівних інформаційних систем та сервісів на єдиній технологічній платформі;
- прийняття обґрунтованих рішень для управління територіями на основі даних.

Мета дослідження - оптимізація управління містобудівним кадастром та ефективне використання геопросторових даних на основі геоінформаційної системи.

Завдання дослідження:

- 1) аналіз існуючих систем управління геопросторовими даними у містобудівному кадастрі для визначення їхніх переваг та недоліків;
- 2) визначення вимог та розробка концепції інформаційної системи, що включає модель даних, архітектуру, функціональні можливості системи;
- 3) вивчення та використання методів в області геопросторових даних для підвищення оптимізації їх обробки та використання;
- 4) розробка інструментів та інтерфейсів для ефективного управління геопросторовими даними;
- 5) проведення тестувань, оцінка продуктивності та ефективності розробленої системи.

Об'єкт дослідження – інформаційна система.

Предмет дослідження – управління геопросторовими даними містобудівного кадастру, що пов'язані зі збиранням, передаванням, прийманням, реєстрацією, зберіганням, обробленням, аналізом, узагальненням та використанням даних про містобудівну документацію.

Загальною метою створення ГІС МБК є підвищення ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і громадян на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.

До множини основних цілей ГІС МБК, які впливають з цієї загальної мети та Закону України «Про містобудівну діяльність», належить :

- забезпечення фізичних та юридичних осіб, органів державної влади, місцевого самоврядування, достовірними відомостями, необхідних для здійснення містобудівної діяльності на території держави;
- поліпшення інформаційного забезпечення інвестиційної діяльності, прискорення та спрощення інвестиційних і будівельних процесів на території України;
- забезпечення умов для розвитку виробництва, транспортної та інженерної інфраструктури, можливості довгострокового, сталого й ефективного використання територіальних ресурсів.

До загальних принципів створення ГІС МБК належать:

1. Система створюється на засадах формування інфраструктури геопросторових даних та як складова національної інфраструктури геопросторових даних України.
2. Розроблення системи повинно базуватися на застосуванні сучасних веб-портальних та сервіс-орієнтованих технологій для формування та оброблення геопросторових даних у мережі територіальних та галузевих геоінформаційних систем.
3. Інтєроперабельність інформаційних ресурсів системи містобудівного кадастру та інших систем повинна досягатися на основі застосовування уніфікованих геоінформаційних сервісів, у тому числі єдиних структури цифрової топографічної основи, класифікаторів та форматів обміну геопросторовими даними.
4. Інформаційні ресурси єдиної цифрової топографічної основи повинні накопичуватися та зберігатися в складі системи містобудівного кадастру, оперативно оновлюватися та постачатися суб'єктам містобудівної діяльності для формування профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації.
5. Регламентований доступ до інформаційних ресурсів єдиної цифрової топографічної основи та інших інформаційних ресурсів загального користування

має забезпечуватися з використанням геопорталу системи містобудівного кадастру з каталогом метаданих геоінформаційних ресурсів.

6. В основі ГІС МБК використовується сервіс-орієнтована архітектура з відповідною тривірневою логічною структурою.

7. База даних містобудівного кадастру повинна розроблятися з використанням середовища сучасних універсальних систем керування базами даних (СКБД), що мають уніфіковані засоби роботи з геопросторовими даними.

8. Завдяки використанню універсальних засобів формування баз геопросторових даних забезпечується максимальний рівень незалежності прикладних програм та даних містобудівного кадастру від конкретних інструментальних геоінформаційних платформ. Технологія та засоби підтримки й розвитку системи містобудівного кадастру повинні забезпечувати модифікацію існуючих та створення і підключення нових додатків.

9. Технологія зберігання та опрацювання геопросторових даних з використанням серверної системи керування базами даних (СКБД) має забезпечувати публікацію цих даних на автоматизованих робочих місцях з обмеженими технічними ресурсами.

Практичне значення отриманих в роботі результатів полягає в підвищенні ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і мешканців на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.

Основні положення даної роботи обговорювались та доповідались на:

– XI Міжнародній науковій та практичній конференції “Геопростір”, 16 жовтня, 2023, м. Київ.

За матеріалами дисертації опубліковано роботу: Пашинська Н.М. Геоінформаційна система містобудівного кадастру – основа для управління

геопростровими даними містобудівної документації // Геопростір. К., 2023. – С. 23-26.

Структура й обсяг роботи. Магістерська дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (24 джерел, у тому числі 20 – іноземною мовою), 2 додатків на 6 сторінках. Загальний обсяг дисертації – 108 сторінок. Основний зміст викладено на 97 сторінках. Роботу проілюстровано 26 таблицями, 29 рисунками.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАНИМИ МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ

1.1 Управління містобудівним кадастром

Термін кадастр походить з французької мови і означає офіційну відомість про кількість і вартість нерухомого майна в будь-якому районі, зроблене з метою справедливого розподілу сплати податків на таке майно. Традиційне визначення «кадастру» - це методологія організації публічної інвентаризації даних, що стосуються земельної власності у межах певної країни чи району, на основі знімання її кордонів [2]. В останні десятиліття 20-го століття, у кадастрових системах відбулася революція: просторові інформаційні технології та теорія сталого розвитку призвели до створення нових бачень, моделей і ролей для кадастру [3].

З точки зору ГІС, кадастрова система складається з двох наборів даних в базі геоданих - одна є об'єктним класом для просторового відображення власності і друга є атрибутивною таблицею(ями) для "реєстрації". Реєстр надає всю інформацію про обстежені ділянки в табличній формі. Відносини між двома наборами даних мають першорядне значення, і можуть бути змодельовані як UML-діаграма, що показує клас полігональних об'єктів. Ділянка і клас об'єктів Реєстру визначаються на основі загального ідентифікатора.

В кадастрових системах таким загальним ідентифікатором може бути ділянка або ідентифікатор власності (PID). PID є унікальним довідковим номером ділянки, присвоєним урядовою системою реєстрації земельних ділянок, щоб ідентифікувати кожен земельну ділянку в провінції або в країні. Це діє як сполучна ланка між самою ділянкою і всіма записами, пов'язаними з нею. Різні типи ідентифікаторів або їх комбінації можуть бути використані на практиці, що включає порядковий

номер, номер реєстрації, квартал і номер ділянки, ім'я власника, адресу, координати тощо [4].

Обрані ідентифікатори можуть бути розроблені на основі принципів проектування бази геоданих (підтримка єдності, угод, цілісності, оновлення і т.д.), принципів ергономічності (легко використовуватись громадою), і картографічних принципів візуалізації (читабельність на цифровій та друкованій кадастровій карті).

Сучасна багатофункціональна кадастрова база геоданих може зберігати дані про будь-яку ділянку / власність, чи про право власності, вартість або характер використання, якщо ділянка має незалежний і унікальний ідентифікатор і має відношення до управління землею в якості ресурсу. Кадастрова база геоданих може зберігати межі таких ділянок і підтримувати топологічні відносини всього покриття ділянок. Крім того, вона також може включати в себе детальну інформацію про ресурси, пов'язані з ділянками, в тому числі фізичні структури на/або під ними, геологію, ґрунти і рослинність і спосіб, в який використовується земля.

Містобудівний кадастр – це система для зберігання, формування і використання геопросторових даних про територію окремих адміністративно-територіальних одиниць, їх екологічні, містобудівні умови та обмеження, особливості забудови територій, будівельну діяльність, інших інформаційних ресурсів будівельних норм для задоволення інформаційних потреб у плануванні та забудові територій, формування галузевої складової державних геоінформаційних ресурсів.

Виходячи з цього, ГІС МБК на державному рівні створюється як сукупність методологічних, програмних, технічних та інформаційних засобів, що необхідні для формування, актуалізації і використання розподіленого банку геопросторових даних про містобудівну і проектну документацію, містобудівні регламенти, земельні ділянки, будівлі та споруди, інші об'єкти нерухомості та інженерної інфраструктури для підвищення оперативності й ефективності інформаційної підтримки управлінських рішень щодо раціонального використання й охорони

територіальних ресурсів та забезпечення сталого соціально-економічного розвитку території, задоволення інформаційних потреб органів державної влади на різних територіальних рівнях.

Нині сучасні інформаційні системи містобудівного кадастру розглядаються не лише як системи для реєстрації планувальної та містобудівної документації, а також результатів містобудівного моніторингу, а й як інформаційно-аналітичні системи для забезпечення містобудівної діяльності, що є важливим ядром в кругообігу містобудівної інформації, інформаційним центром збирання, формування, реєстрації, перевірки, обліку, зберігання, систематизації, узагальнення інформації про територію та її зміни, і відповідно, єдиним офіційним джерелом інформації про стан територіальних ресурсів і містобудівні регламенти територіальних громад і регіонів (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Місце та основні завдання системи містобудівного кадастру в кругообігу містобудівної документації

Предметною сферою, яку охоплює система містобудівного кадастру, є ефективне управління використанням територіальних та інших ресурсів з метою забезпечення сталого соціально-економічного розвитку громад і територій. Як уже підкреслювалося, ця предметна сфера потребує інтегрування в системі містобудівного кадастру різних видів інформації (містобудівної, планувальної й проектної документації), з усіх галузевих кадастрів та з інших інформаційних ресурсів, що формуються й ведуться в різних органах місцевого самоврядування, підприємствах і територіальних органах влади.

Виходячи з цього та змісту містобудівної діяльності, можна визначити, що інформаційні ресурси ГІС МБК на Державному рівні призначені для використання керівництвом Мінінфраструктури, іншими підрозділами міністерства, державними територіальними органами, органами місцевого самоврядування, підприємствами та організаціями при вирішенні таких завдань:

забезпечення цифрової трансформації сфери містобудування на основі формування інтероперабельності усіх складових інформаційного забезпечення містобудівної діяльності і розвитку Єдиної державної електронної системи в сфері будівництва;

підвищення якості містобудівної і проектної документації на основі комплексного використання геоінформаційних систем та баз геопросторових даних;

інтегрування кадастрових та інших інформаційних систем на основі використання уніфікованих цифрових моделей місцевості та інших цифрових моделей розроблених проектно-планувальних рішень, що створюються у складі містобудівної документації як тематичні набори геопросторових даних;

надання кадастрових та проектно-планувальних послуг громадянам, підприємствам, інвесторам в електронних системах та в мережі геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних.

Відповідно до чинного законодавства, інформаційними ресурсами системи містобудівного кадастру є затверджена містобудівна, планувальна та проектна документація, склад й зміст якої визначено законодавством у сфері містобудівної

діяльності, метадані про цю документацію та їх електронні копії, що реєструються і зберігаються в базах даних інформаційної системи містобудівного кадастру. А також бази геопросторових даних єдиної цифрової топографічної основи, дані реєстрів адрес, будівель і споруд, містобудівні норми і регламенти, тематичні набори геопросторових даних із земельного та інших галузевих кадастрів, інші документи, що підлягають реєстрації та обліку в системі містобудівного кадастру згідно законодавства [3];

Реєстрація документа в системі містобудівного кадастру – це дія, у результаті якої документ або його частина включається до інформаційних ресурсів містобудівного кадастру, при цьому інші містобудівні документи, що реєструються та зберігаються в ньому, набувають статусу обов'язкових для усіх учасників містобудівної діяльності, а також власників та користувачів земельних ділянок і власників розташованих на них об'єктів нерухомості.

Комплексність, достовірність та актуальність даних системи містобудівного кадастру допомагають забезпечувати прийняття ефективних управлінських рішень щодо формування безпечного середовища для життя населення, запобігання надмірній концентрації об'єктів виробництва та населення на певній території, захисту територій від наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, зниження рівня забруднення природного середовища, охорону та раціональне використання природних територій і ресурсів, у тому числі ландшафтів, об'єктів історико-культурної спадщини, водних ресурсів і лісів щодо забезпечення сталого розвитку, ефективне функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури та будівництва.

Особливості накопичення й використання інформаційних ресурсів містобудівного кадастру полягають в тому, що це не традиційне сховище даних, що оснащено бездоганною автоматизованою системою пошуку окремих документів, а інтелектуалізований засіб, що забезпечує оперативну підготовку потрібного документа, здійснюючи узагальнення або навпаки розділення наявних інформаційних ресурсів відповідно до запиту користувачів.

Таким чином, система МБК розглядається як інформаційно-аналітична система забезпечення містобудівної діяльності в загальному кругообігу містобудівної інформації, що забезпечує можливість отримання узагальнених відомостей з окремих тем на всю державу, район, територіальну громаду, населений пункт, планувальний район або мікрорайон, або конкретних відомостей про конкретні об'єкти.

1.2 Основні підходи до аналізу та обробки геопросторових даних

Існують два основні класи даних: просторові дані та непросторові дані. Просторові (геопросторові) дані характеризуються деякою просторовою інформацією, а непросторові дані не мають пов'язаної з ними просторової інформації. Просторові дані повинні мати координати X та Y (але можуть також мати координати Z), що пов'язані з кожним вимірюванням, також вони можуть бути пов'язані з просторовим регіоном, або громадою. ГІС орієнтовані в основному на зберігання, аналіз та представлення просторових даних.

Геопросторові дані (синонім - географічних даних) описують певні об'єкти, що мають просторову локалізацію у реальному земному просторі. Ці дані складаються з двох взаємозв'язаних складових: просторових даних, що описують місце розташування, його форму і розміри; і семантичних (атрибутивних) даних, що окреслюють змістовні характеристики об'єкта.

Зокрема, геодезичними координатами описується місце розташування об'єкта в земному просторі. За допомогою координат визначаються форми та розміри об'єктів. На основі картографічних образів створюються просторові моделі об'єктів, завдяки чому картографічне представлення реального світу відіграє важливу роль в геоінформаційних технологіях. Складні функції просторового аналізу забезпечуються з використанням обчислювальної обробки таких карт.

Методологію каталогізації просторових об'єктів як систему класифікації типів просторових об'єктів, їх атрибутів, методів та асоціацій визначає стандарт ISO 19110 (рис. 1.2).

Кожен тип об'єкта у каталозі ідентифікується за назвою і описом на природній мові, а також унікальним буквено-цифровим кодом у межах каталогу. Для кожного типу об'єктів ідентифікуються та визначаються атрибути об'єктів. Код значення атрибутів також є унікальним у межах опису атрибутів просторового об'єкта, також для кожного атрибута визначається домене значення (списки можливих значень або інтервали). У каталозі іменуються та визначаються асоціації об'єктів. Кожна асоціація об'єктів ідентифікується унікальним буквено-цифровим кодом у межах каталогу. Також визначаються назви й ролі типів об'єктів, що входять до асоціації. За необхідності для кожного типу просторових об'єктів зазначаються операції просторових об'єктів. Специфікуються також типи просторових об'єктів, з якими виконується певна операція, і атрибути просторових об'єктів, що включені в кожну операцію. Операція може бути також формально специфікована на функціональній мові, окрім її визначення на природній мові.



Рисунок 1.2 - Схема каталогу просторових об'єктів згідно ISO 19110

Каталоги просторових об'єктів формуються у складі наборів даних та баз геопросторових даних. Також вони містять метадані нижчого рівня для перетворення їх у зручну для користування інформацію, що сприяє обміну, поширенню та використанню геопросторових даних.

За оцінками наукових досліджень, виконаних різними організаціями, об'єм просторових даних, необхідних для управління територією, становить 70 – 90 % від загального обсягу необхідних даних. Таким чином, ГІС обробляє великий обсяг інформації, що використовується для управління територіями, та її компонентами.

Геопросторові дані (геодані) містять чотири інтегрованих компоненти:

- геометричні дані включають інформацію про геометричні характеристики об'єктів у географічному просторі. Це може бути визначення координат точок, ліній, полігонів, об'єктів 3D та інші геометричні параметри;
- тематичні (атрибутивні) дані включають в себе інформацію про властивості та характеристики географічних об'єктів. Ці дані дозволяють надати семантичний контекст об'єктам і можуть включати такі атрибути, як ім'я, висота, площа, температура, категорія тощо;
- спосіб відображення (символьна інформація) визначає, як геодані будуть відображені на карті чи іншому графічному представленні. Це включає стилі, кольори, розміри та інші параметри, які впливають на вигляд та сприйняття географічних об'єктів;
- метадані містять інформацію про самі геодані, таку як джерело даних, точність, дата створення, система координат, автор та інші технічні та контекстуальні аспекти. Метадані допомагають зрозуміти та визначити якість та придатність геоданих для конкретного використання.

Дискретні геопросторові дані зберігаються з використанням векторної моделі даних, в якій об'єкти представлені як точки, лінії або полігони (рис. 1.3). Цей підхід заснований на евклідовій геометрії, в якій світ розглядається як рівна площина. В евклідовому світі ми живемо у трьох вимірах: довжина, ширина та висота. Кожне місце у світі може бути визначене за допомогою X , Y та Z координат. Деколи ми ігноруємо координату Z , допускаючи, що об'єкти розміщені на рівній площині (тобто землі), використовуючи в такому випадку лише X та Y координати для позначення місцеположення об'єктів.

Окреме місцеположення, що не має довжини, ширини або висоти, позначається точкою. Так, стовпчик паркану ми відобразимо на карті у вигляді

точки. З картографічної точки зору стовпчик паркану буде позначений лише X та Y або X, Y та Z координатами. Оскільки точка не має ані довжини, ані ширини, ані висоти, ми її розглядаємо як об'єкт з 0-виміром.

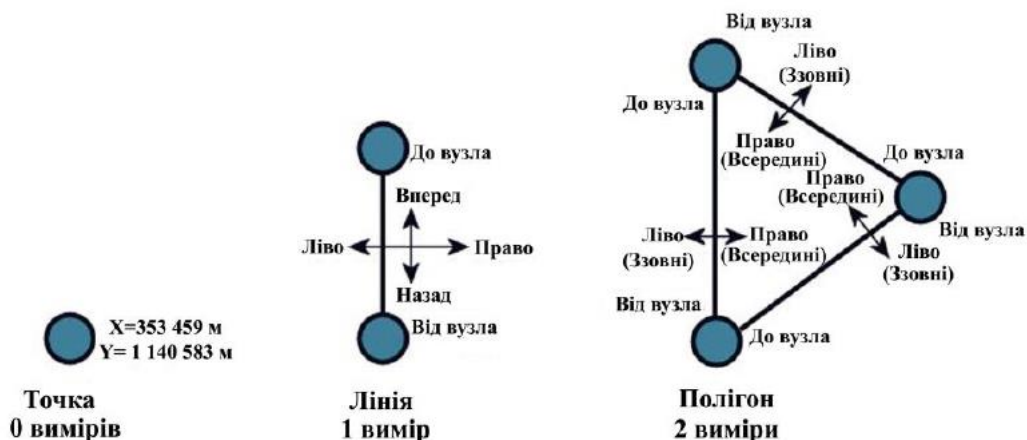


Рисунок 1.3 - Векторна модель даних

Лінійний об'єкт, такий як річка, є дуже довгим по відношенню до його ширини. Картографуючи річку, ми простежимо її шлях від початку до кінця та відобразимо у вигляді лінії, що не має ширини. Таким чином, річка є 1-вимірним об'єктом, маючи довжину, але не маючи ані глибини, ані ширини. Річки картографуються як набори X, Y або X, Y, Z координат, сполучених лінією. Територія, така як озеро, розглядається як 2-вимірний об'єкт. При картографуванні озеро має довжину та ширину, однак не має глибини – отже, один з вимірів відсутній. Озера картографуються як набори X, Y або X, Y, Z координат, сполучених лінією, як і річка, однак замкненою.

Для тих даних, що не мають чітких меж та неперервно змінюються у просторі, застосовується растрова модель даних. Растрова модель даних представляє просторово неперервні (континуальні) дані у вигляді сітки прямокутних комірок, які повністю покривають територію дослідження. Кожній комірці надається власне значення, що, наприклад, може використовуватися для представлення перевищення або значення відбиваючої здатності поверхні. Неперервні дані можуть також бути представлені за допомогою триангульованих нерегулярних мереж (TINs) або поверхонь, що пропонують змінну роздільну здатність та вдало відображають складні місцевості (рис. 1.4).

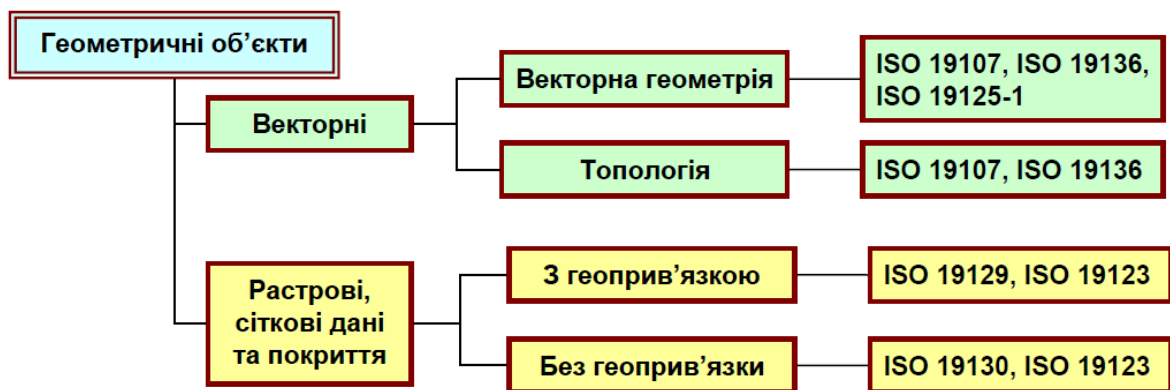


Рисунок 1.4 - Структура стандартів серії ISO 19100, що визначають класи геометричних об'єктів та моделі представлення геопросторових даних

У серії стандартів ISO 19101 визначаються основні вимоги до концептуального моделювання географічної інформації; зокрема, координатні описи геопросторових об'єктів та їх наборів, геоінформаційні сервіси оброблення наборів геопросторових даних, описи метаданих наборів даних та геоінформаційних сервісів, прикладні схеми застосування наборів геопросторових даних (рис. 1.5).

Аналіз та обробка геопросторових даних включають в себе різні підходи та методи, орієнтовані на вивчення просторових відносин, властивостей та особливостей об'єктів у географічному просторі. Основні підходи включають:

Геометричний аналіз досліджує положення та форму об'єктів, що включає в себе визначення координат, площі, об'єму, довжини та інших геометричних характеристик об'єктів.

Топологічний аналіз досліджує просторові зв'язки між об'єктами, зокрема, взаємозв'язки та взаємодії між об'єктами, такі як сусідство, перетин, включення.

Графічний аналіз досліджує сигнатури, колір, відображення, зокрема вивчення властивостей графічного представлення геоданих, включаючи різноманітність символів, кольорів та стилів відображення.

Просторовий статистичний аналіз досліджує статистичні властивості просторових об'єктів, серед яких використання методів статистики для розуміння розподілу, концентрації та інших статистичних властивостей геопросторових об'єктів.

Просторовий аналіз на основі моделей з використанням математичних та комп'ютерних моделей, що включає моделювання просторових процесів та взаємодій для прогнозування та аналізу.

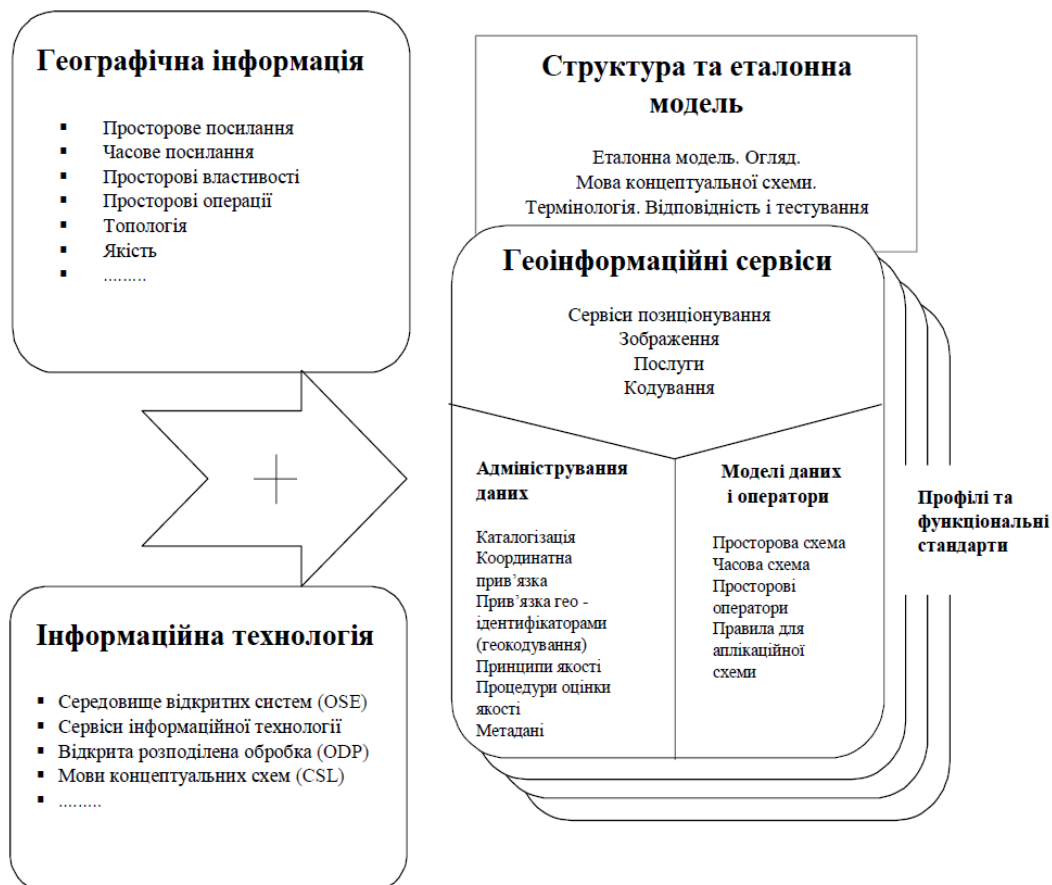


Рисунок 1.5 - Інтеграція географічної інформації та інформаційних технологій за ISO 19101

У розділі 1 розглянуто проблему та задачі розроблення інформаційної системи управління геопросторовими даними містобудівного кадастру. Опрацьовано підходи до визначення поняття містобудівного кадастру, принципи його формування та основні задачі, які він вирішує.

2 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1 Класифікація геоінформаційних систем

Геоінформаційні системи відіграють провідну роль в управлінні територіями та громадами. Цей тип інформаційних систем створений саме з метою вирішення актуальних просторових проблем, які виникають в різних сферах людської діяльності. Створення геопросторових даних - найбільш трудомістка, дорога і відповідальна частина впровадження ГІС. Вартість географічних даних в проєктах сягає до 80-90% вартості системи за експертними оцінками. Тому під час створення ГІС важливими є завдання: 1) збереження даних протягом тривалого часу - до 100 років; 2) можливості обміну даними між різними сучасними інформаційними системами; 3) можливості передачі даних до майбутніх систем за умов істотної зміни програмно-технічного забезпечення. Тому, формати даних тут є визначальними. Вони мають бути обмінними, або такими, що дозволяють робити обмін даними.

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:

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

ГІС програмне забезпечення можливо відобразити як сукупність концентричних оболонок, що взаємозв'язані. Ядром цієї сукупності виступає

системне програмне забезпечення, серед яких операційна система і система управління базами даних та інші. Оболонку ядра становлять базові інструментальні програмні засоби системи, що забезпечують виконання всіх функцій ГІС, зокрема, введення, зберігання, інтеграцію, обробку, аналіз та візуалізацію геопросторової інформації.

Інструментальні програмні засоби ГІС представлені сукупністю програмних продуктів, що зазвичай виконують визначені функції. У випадку, коли програмний продукт не реалізовує всі зазначені функції ГІС, він виконує роль спеціалізованого ГІС-застосунку, призначеного для виконання специфічних потреб користувачів.

Геоінформаційні системи (ГІС) класифікуються за різними критеріями, включаючи функціональність, масштаб застосування, типи даних та інші аспекти. 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 геопросторового 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.

Нині розроблено сотні різних комерційних програмних продуктів ГІС, що мають різну якість й функціональні можливості. Зважаючи на різноманітність конкретних інформаційних систем у них виділяється інваріантне технологічне ядро, що не залежить від предметної галузі, проблемної орієнтації, додатків взагалі. Це дозволяє виділяти геоінформаційну технологію як технологію збору, зберігання, введення та аналізу геопросторових даних.

На сьогодні поширені дві форми програмного забезпечення ГІС. Програмне забезпечення ГІС традиційно розповсюджується на комерційній основі, але в останні роки, поширення набули й програми з відкритим доступом. Комерційне програмне забезпечення ГІС залишається домінуючим у галузі, тому що воно кілька десятиліть грало провідну роль у розробленні нових технологій ГІС, а також тому, що комерційна модель дозволяє розробляти складні комп'ютерні алгоритми протягом тривалого проміжку часу. Комерційне програмне забезпечення ГІС залишається найбільш поширеним вибором для великих проектів ГІС, так як це програмне забезпечення якісно розроблене і в цілому надійне.

Сьогодні на ринку домінують декілька комерційних постачальників ГІС (дані вказані станом на 2020 р.). Перше місце на ринку займає компанія Environmental Systems Research Institute (ESRI), що становить 40% ринку. Серед провідних виробників ГІС також можна виділити: Intergraph (14%), Pitney Bowes (MapInfo) (10%), а також Autodesk (AutoCAD) (8%) [8].

Активно розвиваються проєкти ГІС з відкритим кодом доступу (Open Source). Однак, це невеликі проєкти, що орієнтовані на вирішення певних конкретних задач або проблем. Найчастіше їх функціональні можливості забезпечують просте зберігання і відображення даних. Серед найбільш використовуваних програмних продуктів – QGIS.

Компанією ESRI створені потужні системи програмних продуктів під назвою ArcGIS (рис. 2.1), які є оптимальним рішенням для побудови корпоративних ГІС, основою для створення інформаційних систем для ефективного управління великими державними та комерційними організаціями.

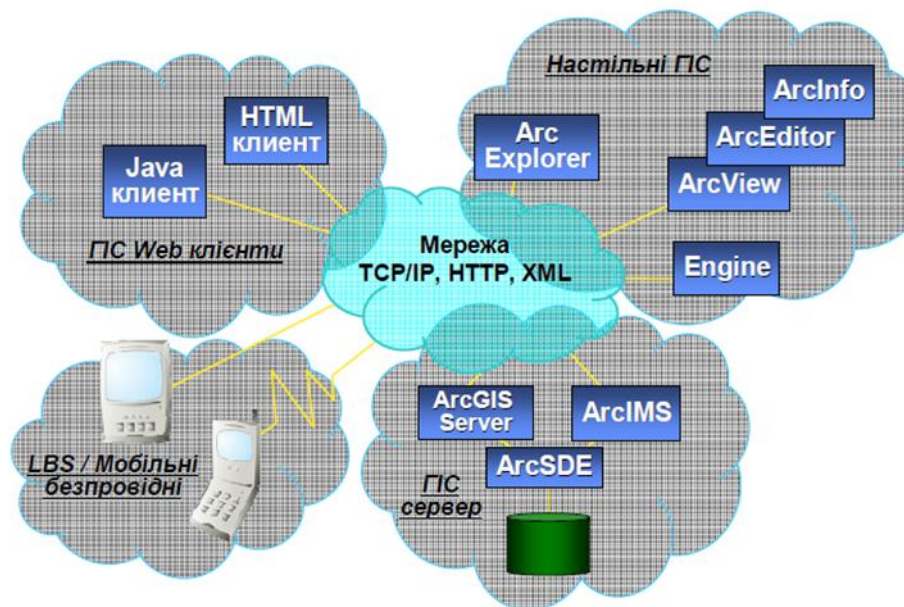


Рисунок 2.1 - Компоненти системи програмних продуктів ArcGIS

Програмне забезпечення ArcGIS є найбільш поширеним у сфері ГІС програмного забезпечення та використовується для вирішення багатьох прикладних задач і для різних рівнів організації роботи. Зокрема, на серверах, через Web, у польових умовах, на персональних комп'ютерах. Лінійка ArcGIS містить:

- настільні ГІС (ArcMap, ArcInfo, Extensions, ArcGIS Engine, ArcReader).

Вони допомагають ефективно збирати, зберігати і моделювати геопросторові дані, виконувати задачі просунутого просторового аналізу, візуалізувати дані та результати на картах;

- мобільні ГІС (ArcPad, ArcGIS Mobile) надають можливість збирати, зберігати, оновлювати, відображати, аналізувати геопросторову інформацію в польових умовах;
- серверні ГІС (ArcGIS Server Extensions, ArcGIS Server) дозволяють надавати доступ іншим користувачам в організації до даних, карт, моделей іта інструментів таким чином, щоб вони відповідали їх процесам;
- інтернет ГІС (зокрема, ArcGIS Online) забезпечують надання загальної платформи для користувачів ArcGIS, з метою створення, розподілу і знаходження ГІС застосунків, сервісів та інформаційних ресурсів;
- інструменти розробника (зокрема, Developer Tools) забезпечують розробників інтерфейсом програмування застосунків, програмами та ресурсами з метою створення інноваційних ГІС-рішень для настільних, серверних, мобільних, та інтернет ГІС;
- спеціалізовані ГІС (зокрема, ESRI Business Analyst) - доступні та масштабовані програмні продукти, що надають можливість малим підприємствам отримувати доступ до великих обсягів даних та збільшувати свої прибутки.

2.2 Складові геоінформаційної системи

Географічна інформаційна система – це організований комплекс апаратних і програмних засобів, географічних даних і персоналу, що надає можливість для ефективного отримання, зберігання, оброблення, моделювання, аналізу й візуалізації всіх видів геопросторової інформації. З використанням ГІС виконуються складні реальні просторові операції, що за інших умов могли б бути тривалими в часі, складними або непрактичними [6].

Відмінність ГІС від інших інформаційних систем представлено на рис. 2.2.

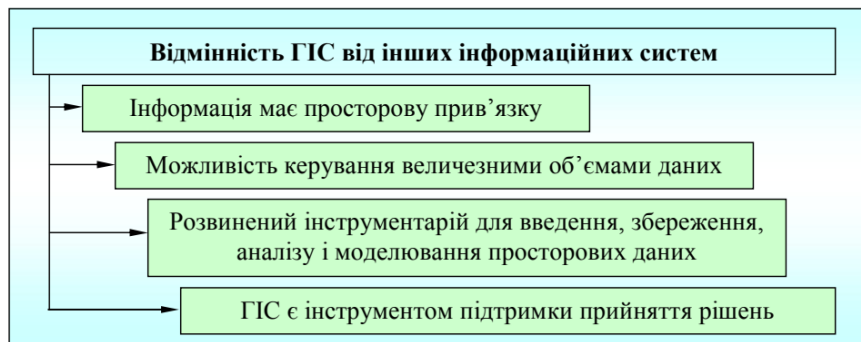


Рисунок 2.2 - Відмінності ГІС від інших інформаційних систем

Базові принципи побудови ГІС:

- 1) комплексність (системність) полягає в тому, що ГІС – це комплекс програмного, апаратного, інформаційного забезпечення, що управляється підготовленим певним чином фаховим персоналом;
- 2) просторовість полягає в тому, що ГІС у своєму арсеналі містять набір інструментів, який працює з будь-якими даними, розподіленими в просторі, які мають просторову прив'язку у вигляді системи координат. Незважаючи на те, що ГІС також надають можливість здійснювати операції з даними, що не мають просторової прив'язки, проте, основна функціональність ГІС спрямована саме на оброблення геопросторових даних;
- 3) забезпечення інтеграції. Від інших інформаційних систем ГІС відрізняються тим, що вони мають ефективні можливості для інтеграції різноманітної геопросторової інформації, яка пов'язана з земним простором. Таким чином, будь-які дані можна інтегрувати до єдиної системи, у випадку, якщо ці дані мають або можуть мати певну просторову прив'язку у реальному земному просторі;
- 4) зв'язаність полягає у наявності тісних взаємозв'язків між просторовою та атрибутивною інформацією у наборах даних.

Геоінформаційна система складається з різних компонентів, які працюють у взаємодії для збору, обробки, аналізу та візуалізації геопросторової інформації (рис. 2.3). Основні складові ГІС включають:

Дані: геопросторові дані (основна інформація про географічні об'єкти, що представлена у вигляді точок, ліній, полігонів, растрових зображень тощо), атрибутивні дані (додаткова інформація, яка характеризує геопросторові об'єкти, наприклад, атрибути об'єктів або числові значення).

Апаратне забезпечення: комп'ютери, що забезпечують обчислювальні ресурси для функціонування ГІС та периферійні пристрої, що включають в себе пристрої введення (клавіатура, миша) та виведення (монітори, принтери).

Програмне забезпечення: ядро ГІС, включає основні функції системи, такі як обробка геоданих, аналіз та взаємодія з користувачем; редактори карт, що дозволяють створювати, редагувати та аналізувати геопросторові дані; аналітичні інструменти, забезпечують можливості аналізу геоданих та взаємодію з ними.

Користувачі системи – різні фахівці (географи, аналітики, планувальники та інші спеціалісти), які використовують ГІС для своєї роботи.

Стандарти обробки даних визначають правила та процедури обробки та аналізу геопросторової інформації. Методи аналізу включають методи вимірювань, статистичні методи, методи просторового аналізу та інші.

Мережеві засоби включають сервери та бази даних, що забезпечують зберігання та доступ до геоданих та засоби зв'язку, що забезпечують обмін даними між різними компонентами ГІС.

Геоінформаційна система ефективно працює тоді, коли всі ці компоненти взаємодіють між собою для забезпечення швидкого та точного аналізу та використання геопросторової інформації.

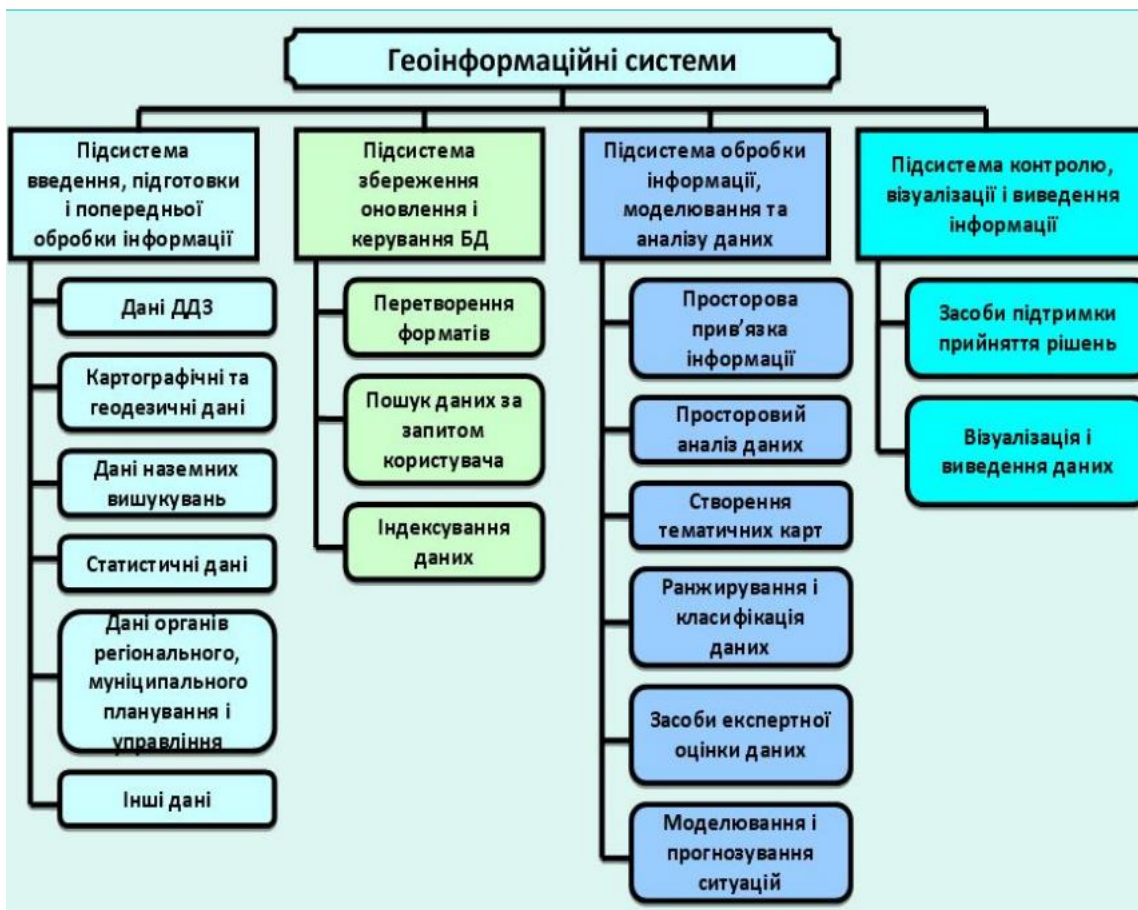


Рисунок 2.3 - Функціональні блоки ГІС

2.3 Особливості збереження геопросторових даних в геоінформаційних системах

Ядром бази геоданих є універсальна (тобто не якась спеціалізована) схема об'єктно-реляційної бази даних (набір стандартних для бази даних таблиць, вбудованих та геометричних типів даних, звичайних і просторових індексів та інших об'єктів). Фізична модель зберігання геометричних типів даних згідно об'єктно-реляційній моделі працює у взаємодії і контролюється набором методів (програмних функцій та процедур), що підтримують поведінку просторових об'єктів та виконання запитів до них. Такі об'єктно-орієнтовані додатки можуть бути організовані як вбудовані процедури ОР СКБД, що постачаються як просторові розширення універсальних СКБД та зберігаються, скеровуються, викликаються й виконуються на рівні бази даних, або існувати на рівні прикладної

програми якою може бути геоінформаційна система, що використовує СКБД в основному лише для зберігання моделей просторових об'єктів з їх просторовими і непросторовими властивостями. За подібною архітектурою реалізована концепція баз геоданих в лінійці продуктів ArcGIS.

ArcGIS for Desktop, ArcGIS SDE або ArcGIS for Server, які забезпечують створення й підтримання персональних, файлових та базо-орієнтованих БГД. У кожній з цих програм містяться об'єкти бази геоданих, які визначають типову модель геоінформаційної системи та використовується всіма додатками і користувачами ArcGIS. Основне призначення об'єктів бази геоданих – це надання клієнтам інформаційної моделі ГІС високого рівня та планомірно реалізувати докладну модель ГІС, використовуючи будь-яку іншу необхідну модель зберігання – наприклад, в стандартних таблицях певної СКБД, в файлових базах геоданих або у вигляді потоків розширеної мови розмітки (XML-потоків).

Як уже зазначалося, засоби бази геоданих забезпечують як зберігання схеми даних та бази правил для кожного набору геопросторових даних, а також табличне зберігання просторових та атрибутивних даних. У схемі бази геоданих містяться визначення, поведінка і правила цілісності для кожного набору геопросторових даних. Це, зокрема, властивості класів геопросторових об'єктів, мережі, каталоги растрів, правила топології, відношення, домени значень. Цілісність та поведінку геопросторових об'єктів в базі даних визначають набори мета-таблиць бази геоданих.

Просторові моделі найчастіше зберігаються як векторні об'єкти, або растрові набори даних разом зі своїми атрибутами у табличному стандартному форматі баз даних. Наприклад, в таблиці СКБД можна зберегти клас геопросторових об'єктів, у кожному рядку таблиці якого буде міститися екземпляр просторового об'єкта. У спеціальному стовпці, наприклад Geom, кожного запису зберігається геометрія або форма кожного просторового об'єкта. Поле Geom, в якому зберігається геометрія, зазвичай має один з двох типів даних: великий двійковий об'єкт (BLOB) або просторовий тип Geometry, якщо він підтримується ОР СКБД на рівні визначеного користувачем структурованого типу даних (UDT).

Однорідна сукупність звичайних просторових об'єктів, кожен з яких має однакове просторове представлення, у вигляді точок, полігонів або ліній, та у вигляді загального набору атрибутивних полів носить назву класу геопросторових об'єктів, що зберігається в одній таблиці. Типи даних зображення та растрових даних також можуть бути об'єднані в таблиці і зберігатися в них. Однак, растрові дані більші за розміром, тому для їх зберігання потрібна допоміжна таблиця. Для зберігання в СКБД і доступу до даних, кожен растр, як правило, розрізається на невеликі фрагменти, або тайли, що зберігаються в окремих рядках таблиці, наприклад з використанням типу BLOB.

Типи даних стовпців, в яких міститься векторна і растрова геометрія, залежать від конкретної бази даних. Останнім часом в більшості СКБД додана підтримка розширень для типу Geometry, а в базі геоданих можна із зручністю користуватися цими типами для збереження просторових об'єктів. Компанія ESRI брала активну участь в розробленні розширень мови структурованих запитів - SQL для геопросторових типів даних, а також була основним розробником специфікації SQL/MM, Part 3 Spatial) та специфікацій SQL для простих об'єктів OGC Simple Features SQL.

ESRI приділила особливу увагу підтримці просторових типів даних, а також розробці цих типів для Oracle Spatial, PostGIS (мовою PostgreSQL) та просторових типів для Microsoft SQL Server, в рамках роботи з реалізації баз геоданих з використанням стандартів ОР СКБД.

Сховище ArcGIS бази геоданих в СКБД складається з двох наборів таблиць – таблиць наборів даних (таблиці, які задаються користувачем) та системних таблиць. Кожний набір даних у базі геоданих, як правило, зберігається в одній або декількох таблицях. Зазначимо, що таблиці наборів даних для управління даними працюють із системними таблицями. В системних таблицях баз геоданих відстежується вміст кожної бази геоданих. Вони описують схему бази геоданих, що містить усі визначення, правила та відношення наборів геоданих. Такі системні таблиці містять та управляють усіма метаданими, які необхідні для реалізації властивостей баз геоданих, поведінки та правил перевірки даних. Внутрішня

структура таких таблиць дещо змінилася, починаючи з релізу ArcGIS 11. У попередній версії ArcGIS інформація, що належить до схем баз геоданих, зберігалася у 35 системних таблицях бази геоданих, нині вона консолідована у 4 основних таблицях:

- GDB_Items зберігає список усіх елементів, які розміщуються в базі геоданих (класи об'єктів, домени, топології);
- GDB_ItemRelationships зберігає схему відношень між елементами, зокрема, класами об'єктів, які розміщуються в наборі класів;
- GDB_ItemTypes зберігає попередньо налаштований список типів елементів, зокрема, Table (таблицю);
- GDB_ItemRelationshipTypes зберігає попередньо налаштований список типів відношень, зокрема, DatasetInFeatureDataset (дані в наборі класів).

Наприклад, клас простих просторових об'єктів, що зберігається в базі геоданих всередині СКБД SQL Server з використанням сховища бінарної геометрії, складається з бізнес-таблиці, пов'язаної з нею таблицею об'єктів (f) і таблиці просторового індексу (s). Ці таблиці працюють з набором системних таблиць: i_table, gdb_items, sde_table_registry, sde_layers і sde_spatial_references. Вони використовуються для відстеження інформації про класи просторових об'єктів.

Кожна конкретна СКБД має невеликі відмінності в наборі таблиць і стовпців, що використовуються для зберігання й керування базою геоданих. Тип СКБД, який ви використовуєте для зберігання своєї бази геоданих, впливає на схему фізичного зберігання.

Бази геоданих ArcGIS також використовують в СКБД тригери, функції, збережені процедури і задані користувачами типи для реалізації функціональності та узгодженості підтримання. Докладне обговорення тут не потрібно, оскільки вам не доведеться мати справи з більшою частиною цих об'єктів бази даних.

База геоданих – найновіший формат структури, яка використовується у програмному забезпеченні ArcGIS (ESRI). Зараз вона активно застосовується та вдосконалюється. Загалом, база геоданих – це сукупність наборів класів геопросторових об'єктів (точок, полігонів і ліній), растрів, TIN-моделей та таблиць.

У ній всі просторові, табличні, атрибутивні та топологічні дані зберігаються в єдиній об'єктно-реляційній базі даних. Однією з особливостей бази геоданих є те, що вона не прив'язана до певних програмних засобів конкретної бази даних, наприклад, INFO або dBase. Ця база геоданих може бути розроблена з використанням універсальних СКБД (Access, Informix, Oracle, DB2, SQL Server або PostgreSQL).

База геоданих містить багато аспектів об'єктно-орієнтованих моделей, зокрема, поняття поведінки об'єкта. Вона визначає здатність бази геоданих запроваджувати обмеження у процесі створення або підтримування геопросторових об'єктів. В свою чергу, ці обмеження забезпечують рівень цілісності даних, що раніше повинні були відслідковуватися вручну. Наведемо приклади типів поведінки, що можуть контролюватися у базі геоданих:

1) доменні обмеження: вони контролюють визначені допустимі значення для атрибутів геопросторових об'єктів. Зокрема, якщо ви вводите вид землекористування нової земельної ділянки, то має бути коректне значення, як наприклад, житлова або промислова забудова, які попередньо визначені у домені допустимих значень;

2) топологічні обмеження: вони контролюють наявні просторові відношення між об'єктами. Зокрема, коли ви, можливо, бажаєте забезпечити, щоб усі будівлі містилися повністю всередині земельної ділянки (тобто вони не можуть виходити за межі ділянки або перетинатися з ними);

3) геометричні обмеження: вони контролюють спосіб просторового структурування об'єктів. Наприклад, ви, можливо, бажаєте гарантувати, що побудова кутів завжди здійснюється під прямим кутом (90°);

4) обмеження у відношеннях: вони контролюють способи взаємозв'язків об'єктів один з одним. Зокрема, у випадку, якщо ви перемістите водопровід, усі вентилялі, пов'язані з цією трубою також будуть переміщені (рис. 2.4).

Таким чином, база геоданих розглядається як об'єктно-реляційна за своєю будовою. Вона базується на реляційній базі даних для збереження просторових моделей, оброблення запитів та транзакцій, безпеки, проте програмне забезпечення

ГІС надають їй функції, що більш пов'язані з об'єктно-орієнтованими складовими, зокрема, поведінка, що пов'язана з геопросторовими об'єктами та керування асоціаціями та підтипами між класами об'єктів. Практично в базі геоданих ESRI, зберігання та пошук інформації скеровується СКБД, а семантика даних обробляється програмами.

У другому розділі розглянуто сучасне трактування геоінформаційних систем, основні підходи до визначення цього поняття та проведено класифікацію ГІС. Виокремлено основні принципи функціонування ГІС, їх компоненти та функціональні можливості. Особливу увагу приділено особливостям збереження та організації геопросторових даних в ГІС.



Рисунок 2.4 - Приклад структури MIF/MID файла ГІС MapInfo для набору геоданих про об'єкти адміністративно територіального устрою України (АТУ)

3 ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Стек технологій для реалізації системи

Для розроблення інформаційної системи пропонується наступний набір технологій (рис. 3.1), які формують трьох-рівневу архітектуру:

- база даних;
- сервіси Backend;
- клієнт / FrontEnd;
- рівень CI/CD – інструменти автоматизації розробки, версійність, розгортання, масштабування, автотести;
- рівень документації.

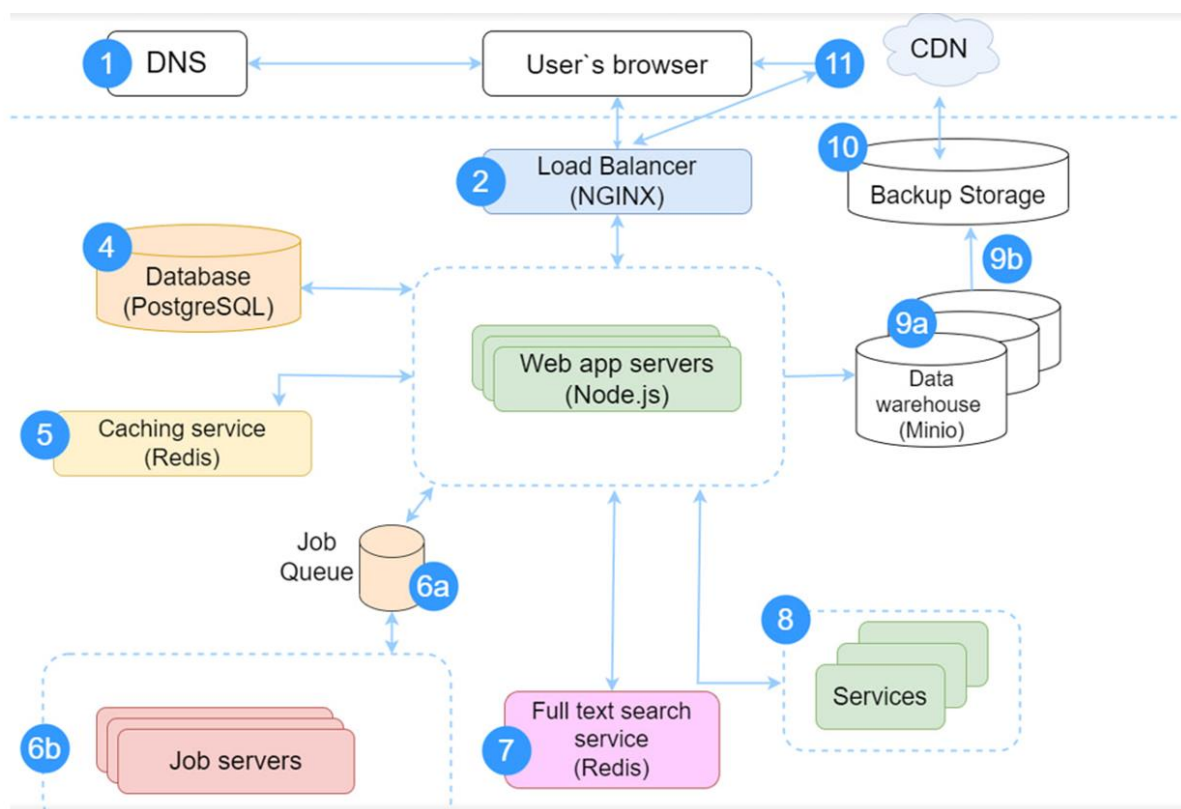


Рисунок 3.1 - Стек технологій для реалізації системи

ГІС-сервер МБК повинен відповідати таким базовим вимогам:

– програмне забезпечення повинно бути створено з використанням сервіс-орієнтованої та клієнт-серверної архітектури, ядром якого є сервер бази геопросторових даних, документів й інших даних у середовищі об'єктно-реляційної системи керування базами даних (СКБД), що містить функціональні розширення для підтримки зберігання та оброблення геопросторових даних на базі дотримання стандарту SQL 3. Компоненти системи бажано створювати переважно шляхом інтегрування програмних продуктів з відкритим кодом (OpenSource) або безстрокової ліцензії та розроблення на їхній основі додаткових прикладних програмних модулів, у зв'язку з чим використати ОС із підтримкою операційної системи типу UNIX;

– серверна компонента сховища даних повинна бути реалізована на основі відкритої СКБД або безстрокової ліцензії, яка підтримує функціональне розширення для роботи з геопросторовими даними PostGIS, наприклад, PostgreSQL, Oracle Database, MySQL (версії не нижче релізу 9.5.4);

– зберігання геопросторових даних повинно забезпечуватись за рахунок сервіс-орієнтованої технології, яка повинна підтримувати можливість зберігання геопросторових даних (топографічних карт, тематичних геопросторових даних прикладних застосунків, даних дистанційного зондування Землі) і забезпечує публікацію цих даних у автоматизованих робочих місцях, що мають обмежені апаратні можливості;

– наявне програмне забезпечення базується на міжнародних стандартах у сфері географічної інформації та загальних стандартах веб-технологій, в тому числі, стандартах щодо геоінформаційних сервісів для роботи з електронними картами WMTS (WEB Map Tile Service), WMS (WEB Map Service) і сервісах доступу до геопросторових даних - WEB Feature Service (WFS);

– з метою візуалізації даних та електронних карт використовується бібліотека з використанням мови JavaScript із відкритим вихідним кодом, що підтримується усіма поширеними мобільними та стаціонарними програмними платформами;

– має забезпечуватись можливість використання геопросторових даних з різних джерел (PostgreSQL, ESRI, інші) з використанням серверу публікації просторової інформації для растрових файлів. Зокрема, на сервері має використовуватись кросплатформенна бібліотека для забезпечення високої швидкості роботи з геопросторовими даними, у тому числі, у багатопотоковому середовищі, а також із можливістю забезпечення їх якісної візуалізації;

– сервер для генерації даних має забезпечувати використання ідентичного набору інструментів, у тому числі, умовних знаків, що і настільна версія ГІС. Необхідно забезпечити підтримку одночасного розвитку як серверної, так й настільної геоінформаційної системи;

– доступ до інформаційних ресурсів та обмін між ними даними має будуватись за REST архітектурою. Веб-сервер для побудови REST архітектури повинен підтримувати роботу з додатками в режимі реального часу через використання веб-сокетів та потоків даних;

– базові засоби картографування, візуалізації, аналізу та управління даними мають бути готовими для використання одразу після запуску системи і легко налагоджуватися;

– програмні засоби повинні також містити розширені функції редагування та управління даними, а також інструменти просторового аналізу;

– певні базові програмні продукти, повинні базуватися на основі об'єктних компонентів, містити однакові ключові засоби та використовувати єдиний інтерфейс користувача і спільні принципи роботи;

– використовуване програмне забезпечення повинно бути добре задокументованим, мати можливості для розширення за допомогою стандартних мов програмування та реалізовуватися з використанням відкритих стандартів.

Для реалізації бази даних інформаційної системи використовується наступне програмне забезпечення:

- PostgreSQL - реляційна база даних;
- PostGIS - розширення роботи з геоданими;
- Redis - кешування інформації;

- S3 Minio - сховище для документів та файлів.

PostgreSQL - це потужна, відкрита реляційна система для управління базами даних (СУБД), що дозволяє зберігати та обробляти великі обсяги даних. Декілька ключових характеристик PostgreSQL:

1) відкритий вихідний код: PostgreSQL розповсюджується під ліцензією PostgreSQL, яка дозволяє вільне використання, модифікацію та поширення;

2) PostgreSQL використовує реляційну модель даних, тобто дані в ній зберігаються у вигляді таблиць із зв'язками між ними;

3) підтримка SQL: PostgreSQL повністю сумісний з мовою SQL (Structured Query Language), що дозволяє використовувати стандартні SQL-запити для роботи з базою даних;

4) мова програмування: PostgreSQL підтримує різні мови програмування для написання функцій, зокрема, PL/pgSQL, PL/Python, PL/Tcl, PL/Perl та багато інших;

5) індексація: підтримка різних видів індексів, включаючи B-дерево, GIN (загальний інвертований індекс), GiST (загальний пошуковий дерево), SP-GiST (загальний вимірювальний пошуковий дерево) та інші;

6) транзакції: повна підтримка транзакцій, включаючи вбудовані операції COMMIT та ROLLBACK для забезпечення цілісності даних;

7) масштабованість: можливість масштабування на рівні сервера за допомогою реплікації, визначення місткості (шардування), та підтримки розподілених систем баз даних;

8) безпека: аутентифікація на різних рівнях, доступ до об'єктів на рівні користувачів, ролей та привілеїв;

9) розширені типи даних: включають в себе числові типи, символічні рядки, дата/час, масиви, JSON, XML, географічні та геодезичні дані, та багато інших;

10) JSON-підтримка: вбудована підтримка для роботи з JSON-даними, включаючи операції вставки, оновлення та вибірки;

11) типи реплікації: підтримка різних видів реплікації, включаючи стрим-реплікацію, логічну реплікацію та реплікацію на рівні таблиць;

12) гнучкість використання: можливість додавання користувацьких функцій та типів даних, розширення функціональності через розширення та використання власних функцій;

13) підтримка геоданих: за допомогою розширення PostGIS, PostgreSQL може працювати з географічними та геодезичними даними.

Ці характеристики роблять PostgreSQL потужною та гнучкою СУБД, придатною для великої кількості застосувань, включаючи веб-розробку, бізнес-додатки, обробку даних та багато інших.

PostGIS - це розширення для системи управління базами даних PostgreSQL, яке надає підтримку для роботи з географічними та геодезичними даними. Завдяки PostGIS, PostgreSQL стає потужним інструментом для обробки геопросторових інформацій та вирішення задач, пов'язаних з геоаналітикою та геоінформаційним моделюванням. Деякі ключові риси та можливості PostGIS:

1) геометричні та географічні типи даних: підтримка зберігання геометричних об'єктів (точки, лінії, полігони) та географічних об'єктів (сферичні об'єкти, такі як географічні точки та лінії);

2) геопросторові операції: широкий набір геопросторових операцій, таких як об'єднання, перетин, визначення відстані, агрегація тощо;

3) індексація просторових даних: підтримка індексації просторових даних для ефективного виконання запитів, пов'язаних з геопросторовими об'єктами;

4) взаємодія з іншими ГІС-інструментами: здатність обмінюватися даними з іншими геоінформаційними системами (ГІС) та форматами, такими як GeoJSON та Keyhole Markup Language (KML);

5) просторові функції та процедури: розширення базового функціоналу PostgreSQL геопросторовими функціями та процедурами, які можна використовувати у SQL-запитах;

6) аналіз та візуалізація: можливість використання PostGIS для виконання аналізу геопросторових даних та створення візуалізацій;

7) підтримка координатних систем: підтримка роботи з різними координатними системами та можливість перетворення координат між ними.

PostGIS дозволяє розробникам та аналітикам використовувати потужність геопросторового аналізу безпосередньо в контексті реляційної бази даних PostgreSQL. Це особливо корисно для проектів, пов'язаних з геодезією, містобудуванням, екологією, транспортом та іншими галузями, де важливо враховувати географічні аспекти даних.

MinIO - це відкрите програмне забезпечення для побудови об'єктових сховищ, яке надає API для зберігання та витягування об'єктів, а також можливості для широкого спектра застосувань, таких як зберігання об'єктів, архівація, обробка великих обсягів даних та інше. Основні характеристики MinIO:

1) сумісність із S3: MinIO надає сумісний із Amazon S3 API інтерфейс, що дозволяє використовувати інструменти, створені для взаємодії з Amazon S3, для роботи з MinIO. Це робить його сумісним з широким спектром інструментів та бібліотек, розроблених для роботи з Amazon S3;

2) гнучкість розгортання: MinIO може бути розгорнуто локально на власному обладнанні або в хмарному середовищі. Також він легко інтегрується з контейнерними технологіями, такими як Docker та Kubernetes;

3) масштабованість: MinIO побудовано так, щоб бути легко масштабованим. Ви можете додавати нові сервери та збільшувати обсяги зберігання в залежності від вашого обсягу даних;

4) безпека: MinIO включає в себе функції безпеки, зокрема, шифрування даних в спокої й під час передачі, аутентифікація, авторизація та можливість налаштування прав доступу;

5) висока продуктивність: MinIO орієнтований на високу продуктивність та може ефективно обробляти значні обсяги об'єктів;

6) можливості для розробників: Є ряд SDK, які дозволяють розробникам легко інтегрувати MinIO у свої додатки;

7) підтримка розширень: MinIO підтримує розширення, що дозволяє розширити його функціональність за потреби.

MinIO є популярним вибором для тих, хто шукає легкий у використанні та ефективний спосіб створення власного об'єктового сховища з можливістю масштабування.

Для розроблення Backend використовувалося програмне забезпечення:

- Node.js - основні програмні сервіси;
- Mapnik - ГІС сервер CartoCSS;
- Gdal/Ogr - робота з растровими та векторними даними;
- NGINX - сервер статичного контенту, балансування навантаження.

Node.js є вільною та відкритою платформою для створення серверних застосунків на JavaScript. Основна функція Node.js полягає у тому, щоб дозволити JavaScript виконувати код на стороні сервера, що раніше було обмежено використанням JavaScript лише у браузері. Тут є деякі ключові риси та концепції Node.js:

1) JavaScript на стороні сервера: Node.js дозволяє використовувати JavaScript для розробки серверних застосунків. Це забезпечує єдність мови програмування (JavaScript) для об'єднання розробки на стороні клієнта та сервера;

2) платформа для подій: Node.js побудований на асинхронній архітектурі та подійному циклі, що дозволяє ефективно обробляти багато запитів одночасно. Це робить його особливо ефективним для високонавантажених застосунків та роботи в режимі реального часу;

3) Node.js містить вбудований пакетний менеджер npm (Node Package Manager), що дозволяє легко встановлювати, керувати й оновлювати бібліотеки та модулі для вашого проекту;

4) модульність: Node.js працює за принципом модульності, що означає, що код можна організувати у вигляді модулів, що спрощує управління проектами та дозволяє використовувати вже готові бібліотеки;

5) висока продуктивність: Завдяки використанню двигуна V8 від Google Chrome, Node.js демонструє високу продуктивність при виконанні JavaScript-коду;

6) Node.js має активну поширену спільноту розробників, а npm - один з найбільших репозитаріїв пакетів у світі, що дозволяє вам легко знаходити та використовувати готові рішення;

7) підтримка WebSocket: для роботи в режимі реального часу Node.js добре підходить завдяки підтримці протоколу WebSocket;

8) широкий вибір фреймворків: є багато фреймворків, таких як Express.js, Кoa, Нарі, які спрощують розробку серверних застосунків на Node.js.

Node.js є популярним вибором для розробників, що працюють з серверними застосунками, веб-серверами, API та іншими сценаріями, де важлива висока продуктивність та асинхронність.

Марнік - це вільне та відкрите програмне забезпечення для рендерингу карт та геопросторових даних. Він надає набір інструментів та бібліотек для створення високоякісних картографічних зображень з геоданих. Ось деякі ключові аспекти Марнік:

1. Марнік реалізований на C++. Підтримується на різних платформах, таких як Linux, Windows та macOS.

2. Підтримувані формати геоданих: підтримка векторних форматів, таких як Shapefile, GeoJSON, PostGIS, та растрових форматів, таких як GeoTIFF.

3. Масштабування: добре масштабується та ефективно обробляє великі обсяги геоданих.

4. Вихідні формати: підтримка різних форматів виводу, таких як PNG, JPEG, SVG, PDF, TIFF та інші.

5. Архітектура: Марнік має модульну архітектуру, що дозволяє розширювати його функціонал та легко інтегрувати з іншими системами.

6. Асинхронність: має підтримку асинхронного рендерингу, що дозволяє ефективно обробляти багато запитів одночасно.

7. API: надає C++ API для вбудованого використання, а також має підтримку для інших мов програмування через різні інтерфейси, такі як Python, Node.js, та інші.

8. Проекції та координатні системи: підтримка різних проекцій та координатних систем, включаючи можливість визначення власних.

9. Гнучкість стилізації: має можливості для створення та налаштування стилів для карт.

10. Вбудовані стилі: постачається з рядом вбудованих стилів, які можна використовувати для швидкого створення карт.

11. Рендеринг карт: Mapnik призначений для створення картографічних зображень з різних джерел геоданих, таких як географічні об'єкти, геопросторові файли, бази даних і т. д.

12. Використання у веб-серверах: може бути використаний для створення веб-карт та тайлів для веб-серверів, таких як Apache, Nginx.

Mapnik може бути використаний для різних завдань, таких як створення статичних карт, динамічних інтерактивних карт на веб-сайтах, генерація тайлів карт та багато іншого. Mapnik використовується у багатьох великих проектах картографії, таких як OpenStreetMap, Mapbox, та інші, та володіє широким набором функцій для рендерингу географічних даних у високій якості.

GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) - це вільна та відкрита бібліотека для читання та запису різних форматів геоданих, таких як растрові та векторні файли. GDAL також має набір інструментів командного рядка для обробки та трансформації геоданих. Ось деякі ключові характеристики GDAL:

1. Підтримка багатьох форматів даних: GDAL підтримує читання та запис геоданих у багатьох форматах, таких як GeoTIFF, Shapefile, KML, NetCDF, HDF, та багато інших.

2. Растрова та векторна обробка: дозволяє читати, записувати та обробляти як растрові, так і векторні дані.

3. Трансформація та проекції: має можливості для трансформації та перетворення координатних систем, а також для визначення та налаштування проекцій.

4. Підтримка роботи з серверами WCS та WMS: може взаємодіяти з серверами Web Coverage Service (WCS) та Web Map Service (WMS).

5. Географічні операції: надає ряд географічних операцій, таких як обчислення статистики, об'єднання, розрізання, афінні перетворення та інші.

6. Багатомовність: підтримується у багатьох мовах програмування, включаючи C++, Python, Java та інші.

7. Висока продуктивність: GDAL ефективно обробляє великі обсяги геоданих та растрових зображень.

8. Розширення можливостей: для GDAL існують різноманітні розширення та доповнення, які дозволяють розширити його функціональність.

GDAL використовується в багатьох геоінформаційних системах, редакторах карт, системах обробки геоданих та растрових зображень. Його можна також успішно використовувати у скриптах для обробки геоданих та автоматизації геоінформаційних завдань.

Разом з GDAL також використовується OGR (Simple Feature Library) - бібліотеки для роботи з векторними геоданими. Основні характеристики:

1. Векторна обробка: OGR використовується для читання та запису векторних даних, таких як точки, лінії та полігони. Підтримує формати, такі як Shapefile, GeoJSON, KML, та інші.

2. Підтримка форматів векторних даних: OGR підтримує різні стандартні та відкриті формати векторних даних.

3. Маніпулювання геометрією: дозволяє вам працювати з геометричними об'єктами та виконувати різні операції над ними.

4. Підтримка географічних операцій: OGR дозволяє вам виконувати різні географічні операції, такі як перетини, об'єднання, вирізання тощо.

Обидві бібліотеки, GDAL та OGR, часто використовуються разом для повного розв'язання завдань обробки та обміну геоданими в різних проектах, таких як геоінформаційні системи, аналіз геоданих та картографія. Їх можна використовувати як з більшими, так і з меншими об'ємами даних.

NGINX - це веб-сервер і проксі-сервер, що має відкритий вихідний код, який також використовується як зворотний проксі-сервер, HTTP-кеш, а також для

обробки завдань навантаження та балансування навантаження. Ось деякі ключові характеристики та можливості NGINX:

NGINX може служити статичні файли та виконувати обробку динамічного контенту, такого як PHP, Python, Ruby, та інші. Також використовується як проксі-сервер для обробки запитів та передачі їх до веб-серверів, таким чином забезпечуючи ефективніше розподілення навантаження.

NGINX може бути використаний як HTTP-проксі-сервер для перенаправлення трафіку HTTP. Здатність до балансування навантаження між різними серверами для оптимізації продуктивності та забезпечення високої доступності. Підтримка SSL/TLS термінації, що дозволяє вам обробляти шифрування на NGINX, а не на веб-серверах.

NGINX може ефективно обслуговувати статичні файли та використовувати HTTP-кеш для збереження ресурсів та підвищення швидкодії.

Має модульну архітектуру, що дозволяє легко розширювати його функціональність. Простий та зрозумілий файл конфігурації, що полегшує налаштування та адміністрування. NGINX широко використовується в контейнеризованих середовищах, таких як Docker та Kubernetes.

NGINX є дуже популярним рішенням для обробки HTTP-трафіку, забезпечення високої доступності та ефективного балансування навантаження.

Frontend реалізується з використанням програмних продуктів:

- ✓ VUE - інтерактивні веб компоненти
- ✓ Flutter - мобільні додатки та multi platform додатки
- ✓ Mapbox - бібліотека для візуалізації геоданих на клієнті

Vue.js (зазвичай відомий як Vue) - це прогресивний JavaScript фреймворк для створення інтерфейсів користувача. Vue спроектований для легкості використання та інтеграції, це робить його хорошим вибором для розробників, які хочуть швидко створювати сучасні веб-додатки. Ось деякі ключові риси Vue.js:

Vue має зручний та зрозумілий синтаксис, що полегшує його вивчення для новачків та швидке створення прототипів. Можна використовувати частково або повністю в проекті, інтегруючи його поступово за потреби.

Vue також використовує декларативний підхід для роботи з DOM, що дозволяє легко реагувати на зміни даних та оновлювати інтерфейс. Шаблони Vue.js є HTML-подібними, а компоненти дозволяють структурувати код та стилізацію. Vue побудований на компонентній архітектурі, що спрощує розробку та обслуговування великих додатків.

Vue автоматично відслідковує зміни в даних та оновлює DOM, що робить реактивність додатку. Vue надає просту та потужну систему подій для спілкування між компонентами.

Велика та активна спільнота, а також ряд інструментів та бібліотек, що допомагають у розробці. Цей фреймворк легко інтегрується з іншими фреймворками та бібліотеками, такими як Vuex (становий менеджер) та Vue Router (маршрутизація).

Vue.js підходить для створення як маленьких веб-сайтів, так і складних односторінкових додатків. Він став дуже популярним в розробці веб-інтерфейсів завдяки своєму простому вивченню та гнучкості.

3.2 Розроблення бази геопросторових даних

В інформаційних ресурсах ГІС МБК за структурою даних та їх походженням можна виділити базу даних електронних копій містобудівної і проектної документації (МПД) та базу геопросторових даних (БГД), що складається з інформаційних ресурсів єдиної цифрової топографічної основи (ІР ЄЦТО) та наборів профільних геопросторових даних (НПГД). Ці набори за своїм змістом відповідають графічній частині МПД та містять просторові моделі планувальних і проектних рішень. Виходячи із сучасних тенденцій розвитку ГІС, за базою - і сервіс-орієнтованою архітектурою можна сформулювати такі основні принципи цифрового подання містобудівної документації та організації сховища інформаційних ресурсів ГІС МБК:

- створення каталогу метаданих відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 19115: "Географічна інформація: Метадані" у якості загальної підсистеми для реєстрації електронних копій МПД і НПГД;
- застосування об'єктно-реляційної системи управління базами даних (СКБД) як єдиного інтегрованого середовища для реалізації електронного каталогу метаданих, бази даних електронних копій МПД та бази геопросторових даних ЄЦТО і НПГД;
- використання єдиної системи кодифікації складових містобудівної документації для однозначної ідентифікації електронних копій МПД та об'єктів НПГД в каталозі метаданих і сховищі електронних документів та в БГД у середовищі ОР СКБД ;
- реалізація єдиної об'єктно-орієнтованої структури бази геопросторових даних ЄЦТО і НПГД на основі уніфікованого каталогу класів топографічних об'єктів та об'єктів містобудівного кадастру за вимогами міжнародних стандартів ISO 19110: "Географічна інформація: Методологія каталогізації об'єктів" як для бази даних ГІС МБК, так і для систем автоматизації містобудівного проектування, незалежно від інструментальних ГІС-платформ, які в них використовуються для підготовки НПГД;
- реалізація програмного забезпечення ГІС МБК за сервіс-орієнтованою архітектурою на основі використання уніфікованих та створення нових прикладних геоінформаційних сервісів із протоколами взаємодії за стандартами відкритого геопросторового консорціуму (OGC);
- уніфікація форматів подання метаданих, електронних копій МПД та НПГД, зокрема на основі використання: а) крос-платформних форматів для електронних копій текстових складових МПД (наприклад, PDF); б) загальноприйнятих растрових форматів для подання електронних копій графічних документів з наданням переваги формату GEOTIFF для забезпечення зберігання координатної прив'язки растрових електронних карт безпосередньо в складі растрової моделі; в) форматів мови XML для подання метаданих та векторних моделей НПГД, у т. ч.: XML-форматів за міжнародним стандартом ISO

19139:”Географічна інформація – Метадані. Імплементация XML-схеми”, географічної мови розмітки GML або загальноприйнятого формату SHP-файлів для подання векторних моделей ПНГД.

Розглянемо докладніше загальну методику й типові схеми реалізації цих принципів у ГІС МБК.

Реєстрація відомостей про електронні копії складових МПД, що вводяться та зберігаються в базі даних ГІС МБК, ґрунтується на використанні каталогу метаданих про електронні копії МПД та НПГД. Згідно з типовою схемою організації зберігання МПД в ГІС МБК у базі каталогу метаданих логічно можна виділити розділи документів за їх призначенням, територіальним охопленням і тематичним змістом. Наприклад: I – документи планування території України; II – документи планування території області (регіону); III – документи планування території району; IV – документи планування території міста або іншого типу населеного пункту; V – документи плану зонування території (зонінгу); VI – документи про ступінь вивченості природних і техногенних умов; VII – документи про вилучення та резервування земель; VIII – документи про забудовані й ті, що будуть забудовані, земельні ділянки; IX – документи про інформаційні ресурси ЄЦТО й інші тематичні карти і схеми; X – документи реєстрів адрес, вулиць та інших поїменованих об’єктів.

ПНГД розглядається як ідентифікована сукупність шарів (тематичних піднаборів даних) геопросторових об’єктів. Кожний піднабір даних у свою чергу складається із цифрових векторних моделей об’єктів містобудівної діяльності (ОМД), які належать до одного класу об’єктів відповідно до уніфікованої системи класифікації (каталогу класів) об’єктів містобудування.

Відображення в БГД моделей об’єктів містить цифровий опис просторових характеристик (геометрію) об’єктів, просторово-логічних зв’язків між об’єктами, їх атрибутів і метаданих про джерела, точність і актуальність усіх характеристик об’єктів. Векторні дані в БГД формуються в окремі набори даних (рис. 3.2), що можуть виділятися (ідентифікуватися) за видом містобудівної документації

(комплексний план, генплан, детальний план), масштабом, складом, рівнем деталізації та точністю вихідних даних для наборів геопросторових даних.

Технологічно БГД ГІС МБК повинна реалізовуватися в середовищі універсальної ОР СКБД, доповненої засобами роботи з геопросторовими даними. Такі вимоги до реалізації БГД ГІС МБК очевидні, оскільки лише застосування технології СКБД дозволяє забезпечити реальну незалежність найкоштовнішої компоненти будь-якої системи даних від форматів інструментальної ГІС, а також використати всі інші переваги та функції ОР СКБД при створенні й експлуатації системи МБК для великого міста, району чи області. Зокрема, це дає змогу забезпечити: централізоване управління даними, з дотриманням стандартів, безпеки та цілісності даних; усунути суперечливість даних; скоротити надлишковість даних; надати мультидоступ до них та розподілене спільне використання; проводити системне адміністрування та регламентування доступу; реплікацію даних. Для підтримки механізмів реєстрації, ідентифікації та використання наборів векторних даних у БГД ГІС МБК структурно виділяється реєстр НППД та проектів, що містить метадані для кожного набору даних.

При реалізації БГД в середовищі ОР СКБД одному набору векторних даних має відповідати база набору даних з відповідними таблицями для зберігання цифрових моделей просторових властивостей, логічних і топологічних відношень об'єктів, атрибутів та метаданих про версії, джерела створення та якість просторових властивостей і атрибутів. Використання для кожного об'єкта єдиного унікального топографічного ідентифікатора (ТОІД) забезпечує збереження відношень між таблицями. Він є обов'язковим ідентифікаційним атрибутом для цифрових описів об'єкта та його метаданих в різних таблицях наборів векторних даних.

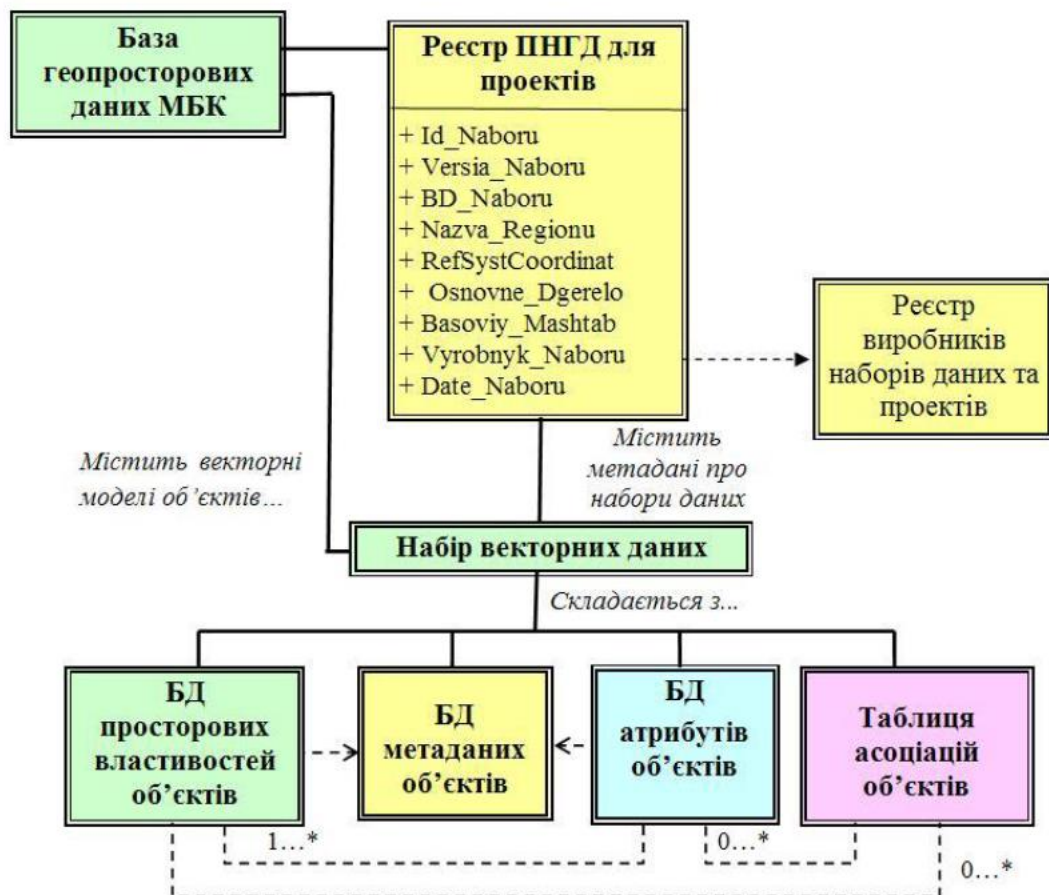


Рисунок 3.2 - Узагальнена структура інтегрованої бази геопросторових даних ГІС МБК

Використання метаданих у БГД ГІС МБК дозволяє забезпечити також реалізацію механізму підтримки багатоверсійності подання об'єктів у БГД відповідно до їх розгляду в різних проектних рішеннях та/або відповідно до змін властивостей об'єкта на фазі його життєвого циклу: проектний, етап будівництва, стадія експлуатації, етап реконструкції або знесення тощо.

Організація логічних зв'язків між даними і метаданими, між геопросторовими об'єктами ПНГД та МПД потребує чіткої та однозначної кодифікації складових елементів документації як комплектів текстових і графічних документів. З метою урахування різноманіття містобудівної документації за рівнем деталізації, складом та тематичним змістом, територіальним охопленням доцільно застосовувати фасетний метод класифікації та кодування основних ознак містобудівної документації.

3.3 Компонентний склад та архітектура інформаційної системи

Для забезпечення сталого функціонування інформаційна система розробляється з дотриманням вимог та загальних стандартів веб-технологій у формі клієнт-серверної системи з трирівневою архітектурою (рис. 3.3), що включає веб-сервер із сервером прикладних застосунків і веб-геосервісами, засоби для підтримки клієнта та сервер бази даних із засобами адміністрування геоportалу.

Зокрема, на рівні «клієнта» в інформаційній системі мають бути реалізовані продукти, що підтримують використання його інформаційних ресурсів за такими трьома типами користувачів:

1) «тонкий клієнт», який підтримується за допомогою набору взаємопов'язаних веб-сторінок геоportалу з метою доступу до його інформаційних ресурсів з використанням звичайних веб-браузерів;

2) картографічний клієнт, який підтримується веб-браузером, що доповнюється засобами візуалізації картографічних зображень на основі векторних даних, що отримують за запитом від геосервісів геоportалу;

3) ГІС-клієнт або товстий клієнт - користувач геоінформаційної системи на персональному комп'ютері з доступом до мережі Інтернет, що отримує геопросторові дані з використанням запитів до геосервісів геоportалу і використовує функціональну потужність ГІС для їх оброблення, аналізу та моделювання на клієнтському комп'ютері.

Перші два типи клієнтів зазвичай підтримуються на комп'ютерах та на мобільних пристроях (смартфонах, планшетах тощо).

Взаємодія клієнта з веб-сервером геоportалу (середній рівень цієї архітектури) відбувається з використанням стандартного протоколу «запит-відповідь», протоколу безпечної передачі гіпертексту (HTTPS) або протоколу передачі гіпертексту (HTTP).

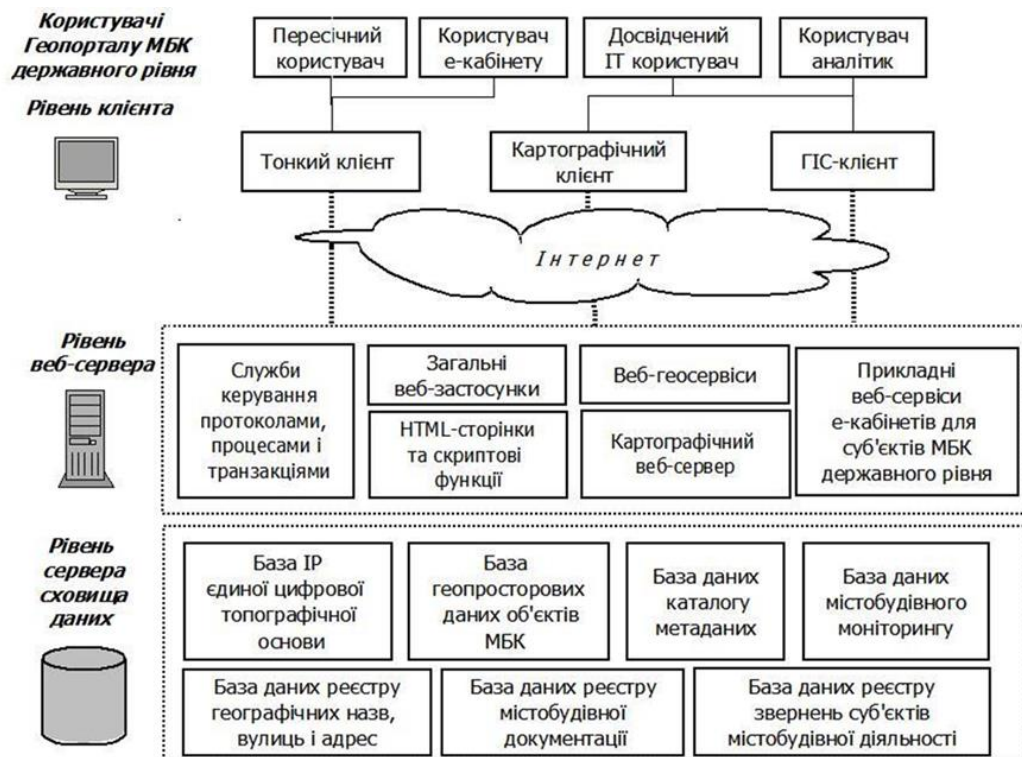


Рисунок 3.3 - Загальна трирівнева логічна структура ГІС МБК

Для програмної реалізації геопорталу використовуються відкриті програмні рішення з безкоштовними ліцензіями (Рис. 3.4).

Для реалізації рівня клієнта повинна бути використана бібліотека Leaflet або еквівалент JavaScript-бібліотеки з відкритим кодом.

Для реалізації рівня веб-сервера із сервером застосунків повинна бути використана платформа, наприклад, Node.js або еквівалентна платформа з відкритим кодом.

Для реалізації рівня сервера сховища даних повинна використовуватися об'єктно-орієнтована система керування базами даних PostgreSQL або еквівалент з відкритим кодом.

Для підтримання зберігання, маніпулювання і аналізу геопросторових даних в таблицях бази даних ОР СКБД повинна використовуватися бібліотека функцій PostGIS або еквівалент з відкритим кодом, в якому типи просторових даних та набір SQL-функцій відповідають стандартам OGC та ISO 19100 (рис. 3.5).

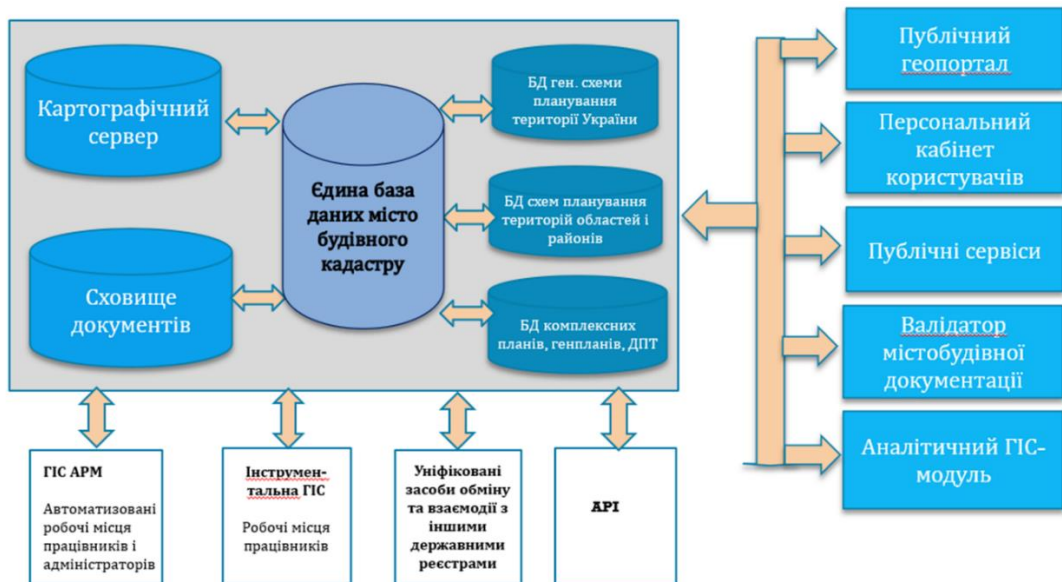


Рисунок 3.4 - Концептуальна структура інформаційної системи

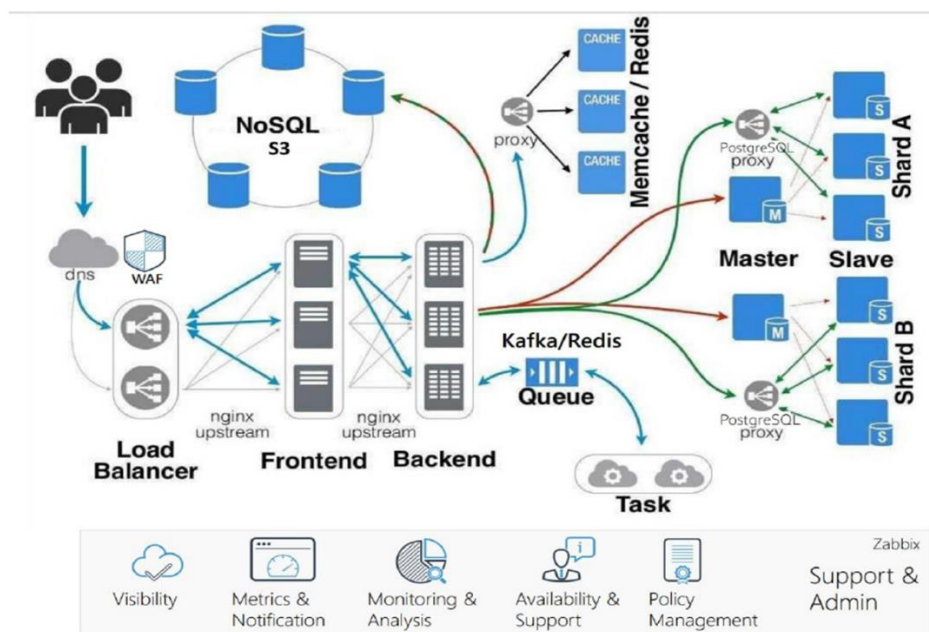


Рисунок 3.5 - Архітектура інформаційної системи

У третьому розділі розглянуто основні переваги та недоліки технологій, що застосовуються для реалізації інформаційної системи. Розроблено концептуальну структуру та архітектуру системи, охарактеризовано основні компоненти геоінформаційної системи: базу даних, ГІС-сервер, геопортал. Сформульовано основні принципи цифрового подання містобудівної документації та організації сховища інформаційних ресурсів ГІС МБК, а також узагальнено структуру інтегрованої бази геопросторових даних ГІС МБК.

4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Розроблення прикладного інтерфейсу

Публічний геопортал МБК реалізовано як сукупність програмно-технічних засобів, додатків, геоінформаційних і мережевих сервісів, що надіють доступ фізичним та юридичним особам до інформаційних ресурсів ГІС МБК, забезпечують оприлюднення і відкритий доступ у режимі реального часу до матеріалів містобудівної документації та інших геопросторових даних.

З метою забезпечення відображення наборів векторних даних містобудівної документації у картографічному вигляді реалізовано наступний функціонал:

- візуалізацію базових карт та можливість вибору однієї із них у якості базової для роботи користувача на геопорталі;
- можливість визначення місця локалізації користувачів з використанням мережі Інтернет і налаштування позиціювання зображення карти відповідно до нього;
- формування та візуалізацію наборів векторних даних з використанням легенди, масштабних лінійок на веб-сторінці геопорталу, з можливістю підключення зображень ортофотокарт;
- можливість інтерактивної роботи з електронними картами на веб-сторінці геопорталу, з доступними типовими інструментальними засобами управління масштабами зображень, налаштуваннями видимістю шарів, панорамуванням зображень;
- можливість здійснення навігації електронною картою за вибраною назвою об'єкта або з використанням навігаційної міні-карти;
- вибір об'єктів рамкою або довільним полігоном;
- підтримка інструменту «шторки» для порівняння та аналізу декількох шарів або карт;

- здійснення оперативної візуалізації атрибутів шарів наборів даних, що можуть вибиратися користувачем на карті;
- можливість отримання координат у заданій точці у державній системі координат УСК-2000;
- можливості налаштування видимості, прозорості та порядку відображення шарів тематичних даних;
- групування та фільтрування об'єктів за значенням атрибутів – з можливістю здійснювати перегрупування та фільтрування геопросторових об'єктів у атрибутивних таблицях;
- можливість автоматичного формування URL адреси згідно поточного стану функціонування системи і геопорталу, що включає обрану територію, містить активні теми на час вибору території і пов'язаними з ними темами та об'єктами з атрибутивною інформацією;
- можливість вкопіювання необхідного фрагменту карти різного масштабу для її збереження або друку;
- доступність базового ГІС-інструментарію для розрахунків площ, периметрів та довжин для геометричних об'єктів, що побудовані на електронній карті;
- ведення статистики роботи геопорталу (рис. 4.1).

В цілому, доступ до геопросторових даних та метаданих на геопорталі забезпечують геоінформаційні сервіси такі як:

- веб-картографічний сервіс, WMS (Web Map Service);
- веб-сервіс картографічних тайлів, WMTS (Web Map Tile Service);
- веб-сервіс просторових об'єктів, WFS (Web Feature Service);
- веб-сервіс покриття, WCS (Web Coverage Service).

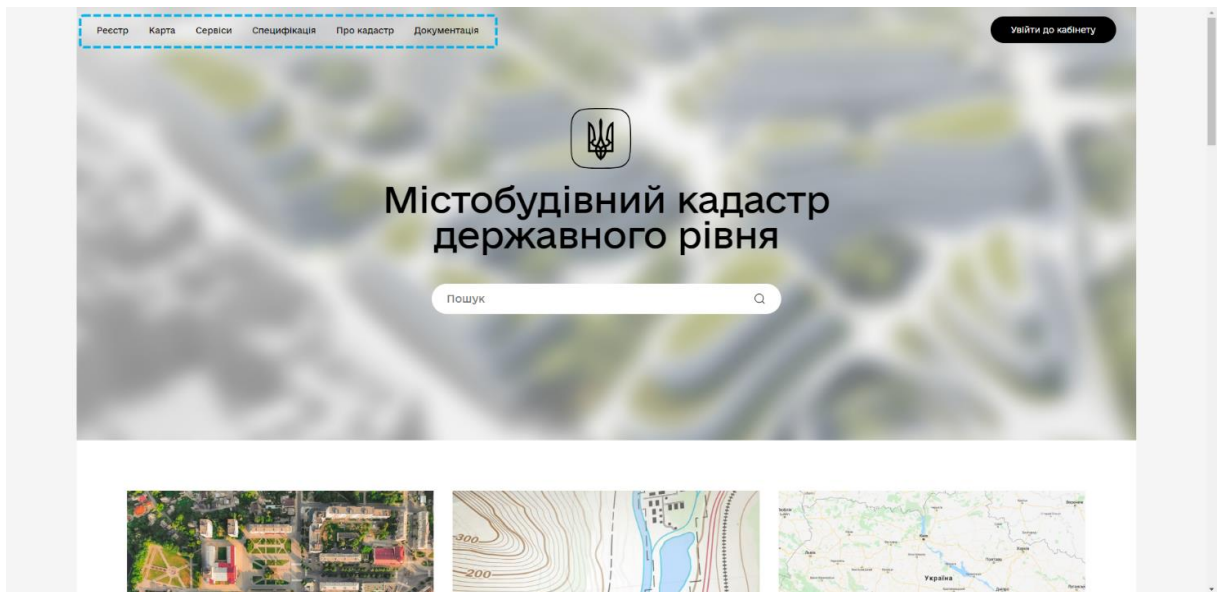


Рисунок 4.1 - Інтерфейс геопорталу

На геопорталі, користувачі доступні пункти меню з інформацією, які знаходяться у лівій верхній частині.

Користувачу порталу доступні такі пункти меню:

- реєстр;
- карта;
- сервіси;
- специфікація;
- про кадастр;
- документація.

Підсистема (геоportal) має уніфікований веб-інтерфейс автоматизованих робочих місць, який забезпечує реалізацію рольової моделі авторизованих користувачів. Всі веб-інтерфейси уніфіковані для роботи на персональних комп'ютерах, мобільних пристроях та планшетах. Електронні кабінети є складовою частиною геопорталу МБК, який забезпечує електронну взаємодію між різними категоріями осіб та державними органами влади.

Згідно законодавства, користувачі електронного кабінету отримують доступ до електронного кабінету після проходження процедури електронної ідентифікації і автентифікації з використанням інтегрованої системи електронної ідентифікації.

Складовими геопорталу є електронні кабінети користувачів, які повинні містити обов'язкові компоненти:

- реєстр об'єктів;
- картку об'єкта;
- форму редагування;
- картографічне подання на карті (для об'єктів, які мають просторову локалізацію).

Підсистема підтримує механізми налаштування та формування низки нотифікаційних повідомлень щодо стану документів та про інші події, які відбуваються в Підсистемі.

Реєстр об'єктів забезпечує:

- керування відображенням колонок з інформацією в табличному реєстрі;
- посторінкове відображення даних в табличному реєстрі (для реєстрів, де кількість об'єктів перевищує 100 шт.) з метою мінімізації затрат апаратних ресурсів;
- управління відображеннями значної кількості об'єктів у межах однієї сторінки (наприклад: відображення по 10, 20, 50 об'єктів на одній сторінці);
- експорт даних реєстру у формати xls, csv; пошук об'єктів за текстовим та числовим значеннями, із можливістю надання декількох параметрів, наявності слів чи значень тощо;
- запит пошуку має зберігатися в адресному рядку веб-інтерфейсу для забезпечення можливості поділитися обраною інформацією з іншими користувачами системи;
- вибірка об'єктів (фільтрація) відбувається за наступними функціями:
 - фільтр за випаданим списком (для тих даних, що сформовані на основі довідників);
 - фільтр за діапазоном дат (для тих даних, які містять формат Data);
 - фільтр-чекбокс для вибірки кількох варіантів (для тих даних, що сформовані на основі довідників);

- фільтр з числовим діапазоном;
- фільтр з вибором просторового охоплення (для реєстрів, які містять просторову локалізацію);
- дії з вибраними фільтрами мають зберігатися в адресному рядку веб-інтерфейсу для забезпечення можливостю поділитися обраною інформацією з іншими користувачами системи;
- редагування даних табличного реєстру при натисненні на комірку в таблиці;
- кольорову градацію об'єктів реєстру відповідно до статусу.

Картка об'єкта забезпечує:

- відображення всього ряду інформації, яка зберігається по об'єкту в базі даних;
- відображення просторового положення об'єкта на карті;
- відображення прикріплених фото (галереї фотографій);
- можливість прикріплювати необмеженої кількості документів;
- можливість вносити коментарі до об'єкта;
- відображення інформації по зміні об'єкта (ким і коли було створено об'єкт, хто і коли востаннє його відредагував);
- можливість сформувати текстовий витяг про об'єкт картки з усією доступною інформацією;
- для компактного відображення великої кількості інформації на картці об'єкта мають використовуватися такі елементи інтерфейсу, як горизонтальні та вертикальні «таби», «аккордеон», галерея зображень та інші.

Форма редагування забезпечує:

- внесення наступної категорії інформації: текстова інформація, числова інформація, інформація з довідників (текстова, числова, текстова-числова в залежності від вмісту довідника), геометрія об'єкта, зображення, файли;
- інформація у формі має бути розділена на групи відповідним заголовком;

- випадні списки у формі повинні формуватися на основі довідників чи інших реєстрів в системі;
- поля для внесення чисел мають контролюватися на внесення невідповідних символів;
- випадні списки, які формуються на основі значної кількості інформації, можуть завантажуватися лише за запитом користувача, а не в повному обсязі (для зменшення апаратного навантаження на систему);
- елемент форми по внесенню просторового положення об'єкта повинен мати можливість завантаження геометрії об'єкта зі стороннього файлу, також має бути забезпечено експорт цієї інформації у файл.

Картографічне подання об'єктів реєстру забезпечує:

- відображення об'єктів на карті в якості точкових, полігональних або лінійних об'єктів;
- візуалізація точкових об'єктів за допомогою піктограм, за вибором замовника;
- візуалізація об'єктів реєстру різними кольорами відповідно до статусу;
- вибірка об'єктів на карті з використанням системи фільтрів;
- можливість побудови буферів навколо точкових та лінійних об'єктів у межах карти;
- можливість створення теплових карт щільності розміщення об'єктів на карті;
- використання прозорості відображення об'єктів з метою візуального порівняльного аналізу даних;
- інтерактивна вибірка об'єкта на карті для отримання про нього інформації;
- можливість збереження у адресному рядку веб-інтерфейсу системи інформації про обрану область відображення тематичного шару та про обрані фільтри.

Опис інтерфейсу “Рішення про розробку”. У реєстрі даного інтерфейсу відображені всі додані користувачем рішення про початок розробки МБД.

Інтерфейс складається з табличного переліку об'єктів інтерфейсу (реєстру), форми додавання запису та картки об'єкту інтерфейсу (рис. 4.2).

The screenshot shows a web interface titled "Рішення про розробку" (Software Development Decisions). It features a table with columns for registration number, decision number, date, KATOTTG code, type, work type, registration status, document status, and the receiving organization. The table contains four rows of data, each with a corresponding status bar at the bottom of the row.

Реєстраційний ...	Номер	Дата прийняття	Код КАТОТТГ	Вид	Тип робіт	Статус реєстрації	Статус докуме...	Орган що прий...
AP01:8096-3137-9914-9328	1	16.11.2023	Донецька обл., Краматорський район, Дружківська ТГ, смт. Новогригорівка #УА141200302003874	ГП	Розроблення	Очікує підписання	Діючий	SOFTWARE ENGINEERING77 (42017598) Версія №1
AP01:6532-3613-0263-9871	1	15.11.2023	Донецька обл., Краматорський район, Дружківська ТГ, с. Райське #УА1412003015009337	ДПТ	Розроблення	Зареєстровано (внесено)	Діючий	SOFTWARE ENGINEERING77 (42017598) Версія №1
AP01:5891-1889-5535-0491	obj_test	14.11.2023	Донецька обл., Краматорський район, Дружківська ТГ, смт. Новогригорівка #УА141200302003874	ДПТ	Розроблення	Зареєстровано (внесено)	Діючий	SOFTWARE ENGINEERING77 (42017598) Версія №1
AP01:5813-6468-6081-	test obl	14.11.2023	Донецька обл. ...	ДПТ	Розроблення	Зареєстровано (внесено)	Діючий	SOFTWARE

Рисунок 4.2 - Приклад інтерфейсу «Рішення про розробку»

Перелік об'єктів інтерфейсу «Рішення про розробку» сформований у вигляді таблиці з наступною структурою:

- Реєстраційний номер
- Номер
- Дата прийняття
- Код КАТОТТГ
- Вид
- Тип робіт
- Статус реєстрації
- Статус документу
- Орган що прийняв рішення
- Замовник
- Терміни подання пропозицій до Завдання

Для зручності користувача із правої сторони від основного реєстру є фільтри для швидкого пошуку необхідного рішення, або ж сортування таблиці за певними параметрами.

У реєстрі користувачу доступні такі детальні фільтри, як:

Таблиця 4.1. Перелік фільтрів

Номер поля	Назва поля	Вид поля
1	Реєстраційний номер	текстове поле
2	Статус реєстрації	чекбокс
3	Статус документу	чекбокс
4	Номер	текстове поле
5	Код КАТОТГ	текстове поле
6	Замовник	випадаючий список
7	Дата прийняття	поле дати

На сторінці з переліком об'єктів інтерфейсу забезпечено наступний функціонал:

- створення нового об'єкту;
- перехід в картку об'єкта.

The screenshot shows a web form titled "Додати рішення" (Add decision). At the top right, there are two buttons: "Відмінити" (Cancel) and "Зберегти" (Save). The form contains the following fields:

- Номер ***: A text input field.
- Код КАТОТГ ***: A dropdown menu with "Код КАТОТГ" selected.
- Вид ***: A dropdown menu with "Вид" selected.
- Тип робіт ***: A dropdown menu with "Тип робіт" selected.
- Дата прийняття ***: A date picker field.
- Терміни подання пропозицій до Завдання ***: A checkbox labeled "Терміни подання пропозицій до Завдання".
- Орган що прийняв Рішення ***: A dropdown menu with "Орган що прийняв Рішення" selected.
- Файл рішення ***: A file upload area with a "+" icon.

Рисунок 4.3 - Інтерфейс «Рішення про розробку»

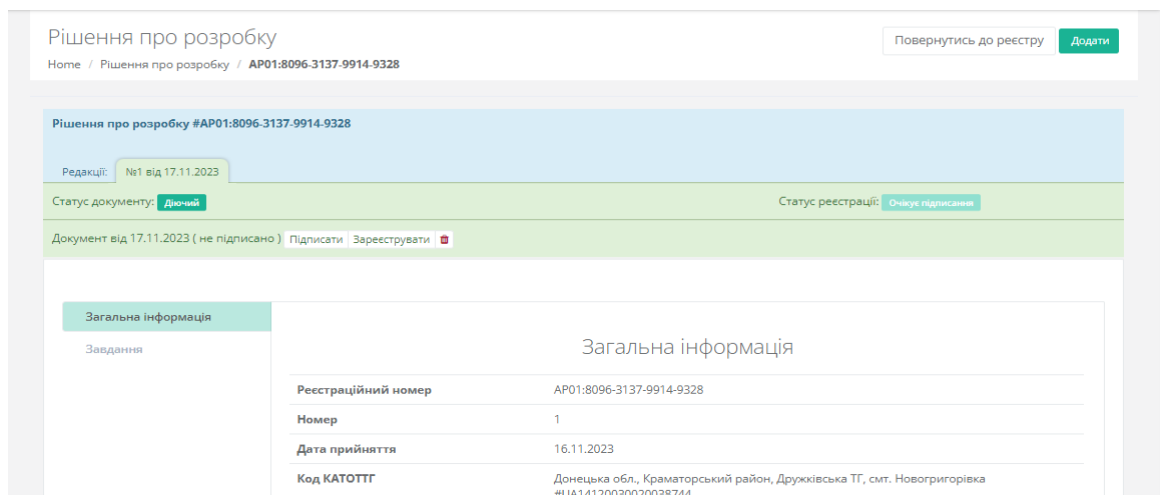


Рисунок 4.4 - Приклад картки об'єкту

Картка об'єкту інтерфейсу містить функціонал перегляду поточного статусу документу та подається у вигляді блоків з наступною структурою.

Поля присутні у вкладці «Загальна інформація»:

- реєстраційний номер;
- заявка на проведення експертизи;
- статус реєстрації;
- статус документу;
- зауваження експертизи (файл).

У вкладці «Завдання» знаходиться таблиця із такими колонками:

- реєстраційний номер задачі;
- статус реєстрації;
- статус документу.

Опис інтерфейсу “Завдання”. У реєстрі даного інтерфейсу відображені всі додані користувачем завдання про розробку МБД.

Інтерфейс складається з табличного переліку об'єктів інтерфейсу (реєстру), форми додавання запису та картки об'єкту інтерфейсу (рис. 4.5).

Реєстраційний номер	Дата підписання	Статус реєстрації	Статус документу	Рішення про розробку
AP01:8103-4958-1494-0603	17.11.2023	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий	AP01:0689-9747-0604-6160, №111 від 2023-08-31
AP01:8097-4013-1506-7720	17.11.2023	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий	AP01:0198-3956-2082-0012, №8/12-89 Дружківка тест від 2022-08-30
AP01:7265-5547-8386-3895	10.11.2023	Чернетка	Діючий	AP01:0689-9747-0604-6160, №111 від 2023-08-31
AP01:6541-0373-6307-0423	15.11.2023	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий	AP01:0198-3956-2082-0012, №8/12-89 Дружківка тест від 2022-08-30
AP01:5919-7000-2200-3577	14.11.2023	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий	AP01:5891-1889-5535-0491, №obj_test від 2023-11-14
AP01:6358-7660-0171-8819	01.11.2023	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий	AP01:6352-7987-0669-7876, №01.11 від 2023-11-01
AP01:1555-6618-8829-2173	05.10.2023	Чернетка	Діючий	AP01:8761-8909-1037-3427, №45 від 2023-07-10
AP01:6858-9496-6804-6604	19.10.2023	Чернетка	Діючий	AP01:0689-9747-0604-6160, №111 від 2023-08-31

Рисунок 4.5 - Приклад інтерфейсу «Завдання»

Перелік об'єктів інтерфейсу сформований у вигляді таблиці з наступною структурою:

- реєстраційний номер;
- дата підписання;
- статус реєстрації;
- статус документу;
- рішення про розробку.

Для зручності користувача із правої сторони від основного реєстру є фільтри для швидкого пошуку необхідного рішення, або ж сортування таблиці за певними параметрами.

Опис інтерфейсу “Проекти МБД”. У реєстрі даного інтерфейсу в режимі перегляду та скачування даних відображені проекти МБД. Інтерфейс складається з табличного переліку об'єктів інтерфейсу (реєстру) та картки об'єкту інтерфейсу (рис. 4.6).

Проекти МБД Додати

Home / Проекти МБД

Показує 1 - з 12 16 ▾ [икона] [икона] [икона] 🔍

Реєстраційний номер	Дата створення проекту	Договір про розробку	Статус реєстрації	Статус документу
AP01:8141-9170-2370 <input type="text" value="Реєстраційний номер"/>	17.11.2023	AP01:2123-3996-2321-4392 Дружківка	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий
AP01:7214-9163-2252-7008	16.11.2023	AP01:0285-4441-3892-7267 тест Договір на Розробку МБД "КПРПТГ Дружківської ТГ"	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий
AP01:7207-5188-7050-4820	16.11.2023	AP01:7024-0464-4117-0661 договір на розробку тест	Чернетка	Діючий
AP01:7207-3996-1805-3464	16.11.2023	AP01:2138-2624-8337-1288 Дружківка	Чернетка	Діючий
AP01:7889-0829-3999-9507	3.11.2023	AP01:2134-4134-6286-5344 Дружківка	Чернетка	Діючий
AP01:7776-2186-6958-1702	2.11.2023	AP01:5593-5416-3200-1937 тест	Чернетка	Діючий
AP01:4640-9238-3314-0437	2.11.2023	AP01:4636-2722-6611-8255 КПРПТГ Дружківська ТГ тест 18 09	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий
AP01:6372-6777-9505-5601	2.11.2023	AP01:6372-2105-8314-4349 01.11	Чернетка	Діючий
AP01:6372-6777-9505-5601	1.11.2023	AP01:6372-2105-8314-4349 01.11	Зареєстровано (внесено реєстратором)	Діючий
AP01:7334-7781-7004-3188	26.10.2023	AP01:5798-8674-7413-0953 тест малолі	Чернетка	Діючий

Рисунок 4.6 - Приклад інтерфейсу «Проекти МБД»

Перелік об'єктів інтерфейсу сформований у вигляді таблиці з наступною структурою:

- реєстраційний номер;
- дата створення проекту;
- договір про розробку;
- статус реєстрації;
- статус документу.

Для зручності користувача із правої сторони від основного реєстру є фільтри для швидкого пошуку необхідного рішення, або ж сортування таблиці за певними параметрами.

У реєстрі користувачу доступні детальні фільтри, наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Перелік параметрів фільтрації даних МБД

Номер поля	Назва поля	Вид поля
1	Реєстраційний номер	текстове поле
2	Договір про розробку	випадаючий список
3	Статус реєстрації	чекбокс
4	Статус документу	чекбокс

На сторінці з переліком об'єктів інтерфейсу забезпечено наступний функціонал:

- створення нового об'єкту;
- перехід в картку об'єкта (рис. 4.7).

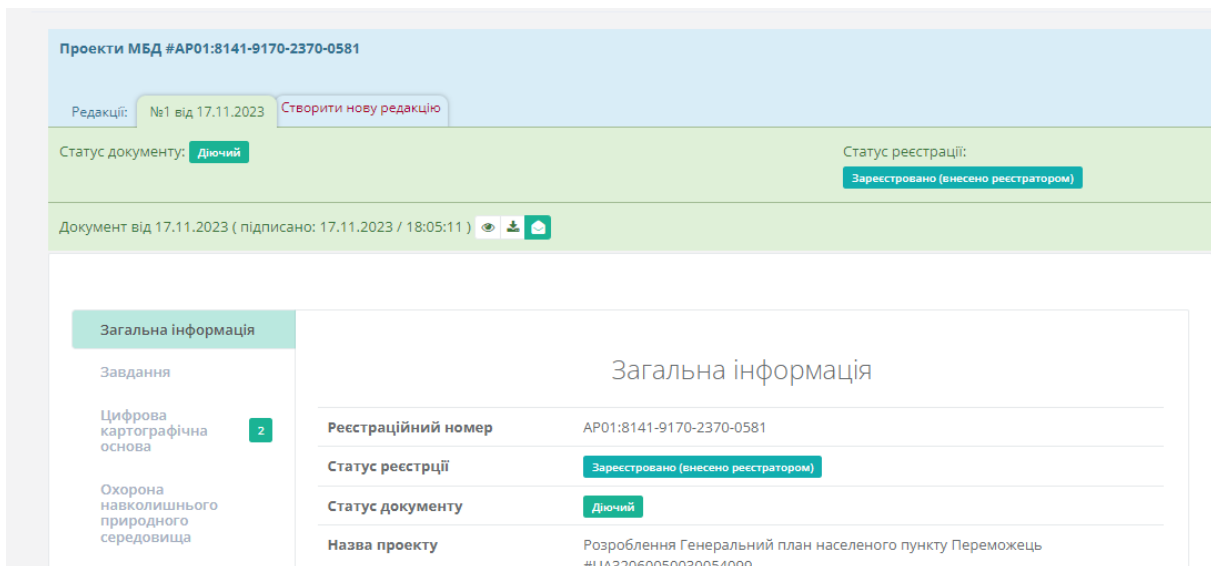


Рисунок 4.7 - Приклад картки об'єкту інтерфейсу «Проекти МБД»

Картка об'єкту інтерфейсу містить функціонал перегляду поточного статусу документу та подається у вигляді блоків з наступною структурою.

Поля присутні у вкладці «Загальна інформація»:

- реєстраційний номер;
- статус реєстрації;
- статус документу;
- назва проекту;
- рішення про розробку;
- тип робіт;
- вид містобудівної документації;
- код КАТОТТГ;
- рівень містобудівної документації;
- замовник;
- договір про розробку;

- організація розробник.

Вкладка «Завдання» містить таблицю із такими полями:

- реєстраційний номер завдання;
- статус реєстрації;
- статус документу.

Вкладка «Цифрова картографічна основа» містить таблицю із такими полями:

- вид МБД;
- тип;
- об'єкт;
- площа розробки (га);
- картографічна основа.

Вкладка «База геоданих» містить таблицю із такими полями:

- шари МБД;
- файл валідації;
- картографічний блок.

Вкладка «Супровідні документи» містить таблицю із такими полями:

- реєстраційний номер;
- файл;
- тип;
- дата підписання.

4.2 Управління даними

База даних містобудівної документації ГІС МБК розроблена відповідно до затвердженої наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 22.02.2022 року №56 Структури Баз геоданих містобудівної документації на місцевому рівні. Вона відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 09.06.2021 року №632 «Про визначення формату електронних документів комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади, генерального плану населеного пункту, детального плану території» [].

Таблиця 4.3 - Перелік груп наборів даних БД МБД

Назва групи	alias	Кількість класів
Об'єкти соціальної інфраструктури	Inf_social_objects	17
Використання земель	Landuse	11
Об'єкти виробничої інфраструктури	Inf_enterprise_objects	9
Об'єкти транспортної інфраструктури	Inf_transport_objects	25
Планувальні елементи	Planning_elements	23
Споруди	Structures	11
Об'єкти комунального господарства	Inf_community_facilities	10
Об'єкти туризму	Inf_tourism_objects	6
Обмеження	Restrictions	29
Цивільний захист	Civil_protection	34
Об'єкти інженерної інфраструктури	Inf_engineering_objects	14
Охорона пам'яток культурної спадщини	Historical_cultural	16
Інженерна підготовка території	Engineering_preparation	16
Інженерні мережі	Engineering_networks	11
Навколишнє середовище	Environment	33

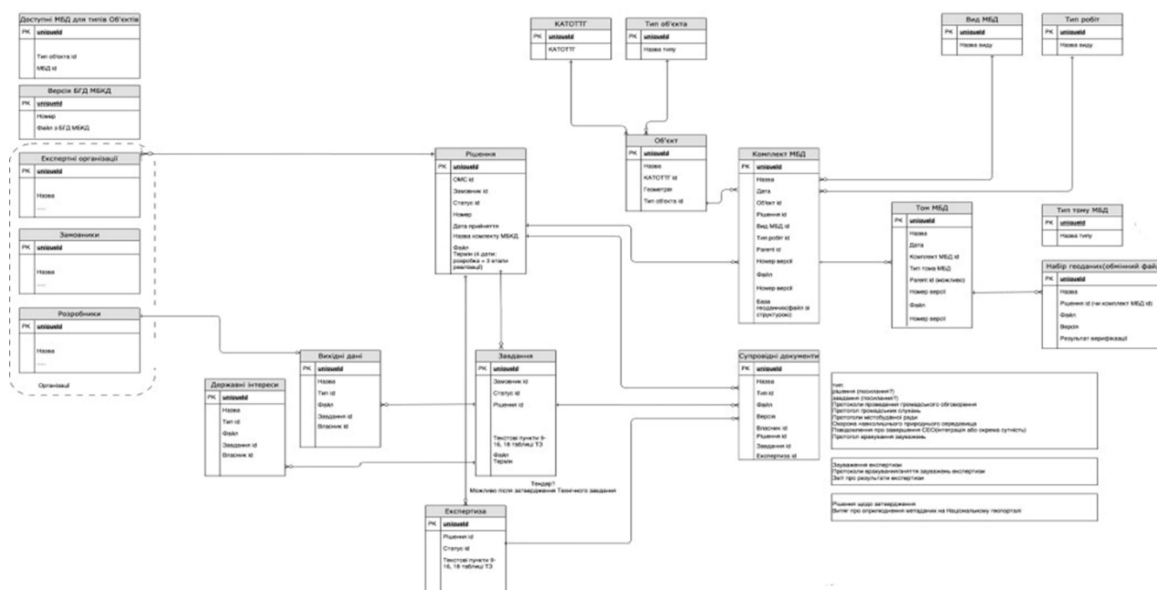


Рисунок 4.8 - ERD модель

4.3 Рольова модель та персональні ролі користувачів

4.3.1 Електронний кабінет замовника містобудівної документації

Даний електронний кабінет забезпечує реалізацію рольової моделі замовника містобудівної документації в середовищі системи МБК. В цілому інтерфейси кабінету автоматизують процеси, пов'язані з виконанням відповідних повноважень посадовою особою в частині організації розроблення, погодження, та затвердження містобудівної документації.

Функціонал електронного кабінету включає наступні технічні можливості:

- авторизація користувача (вхід до Системи);
- інтерактивна взаємодія з елементами меню;
- механізм накладення кваліфікованого цифрового підпису КЕП на документи;
- навігація по інтерфейсах;
- можливість перегляду картки об'єкту реєстру;
- додавання нових об'єктів в реєстрах;
- фільтрація даних реєстру за встановленими параметрами;
- управління відображенням колонок з табличною інформацією;
- підтримка статусів документів для відображення стану розгляду документу;

- управління відображенням значної кількості об'єктів у межах однієї сторінки.

Таблиця 4.4 - Опис основних бізнес-процесів електронного кабінету замовника містобудівної документації

№	Назва бізнес-процесу	Результат бізнес-процесу
1	Створення рішення про розроблення, оновлення або внесення змін до МБД в середовищі МБК	Створено в середовищі МБК рішення про розроблення, оновлення або внесення змін до МБД
2	Проведення закупівель розроблення, оновлення або внесення змін до МБД	Внесено в середовище МБК відомості про закупівлю робіт з розроблення, оновлення або внесення змін до МБД
3	Визначення виконавця робіт з розроблення, оновлення або внесення змін до МБД	Внесено в середовище МБК договір на виконання робіт з розроблення, оновлення або внесення змін до МБД
4	Використання картографічної основи для розроблення містобудівної документації	Внесено в середовище МБК відомості про картографічну основу
5	Збір вихідних даних	Створено в середовищі МБК запит на отримання вихідних даних
6	Збір пропозицій громадськості до проекту містобудівної документації	Внесено в середовище МБК протокол громадських обговорень
7	Розгляд проекту на засіданні архітектурно-містобудівної ради	Внесено в середовище МБК протокол засідання архітектурно-містобудівної ради
8	Проведення експертизи містобудівної документації	Створено в середовищі МБК заявку на проведення експертизи містобудівної документації. Отримано висновок експертної організації.
9	Погодження проекту містобудівної документації	Створено в середовищі МБК запит на погодження проекту МБД
10	Затвердження містобудівної документації	Створено в середовищі МБК рішення про затвердження містобудівної документації
11	Наповнення реєстру чинної містобудівної документації	Внесено в середовище МБК матеріали та відомості чинної МБД

4.3.2 Електронний кабінет розробника містобудівної документації

Даний електронний кабінет має забезпечити реалізацію рольової моделі розробника містобудівної документації в середовищі системи. В цілому інтерфейси мають забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних зі створенням проекту містобудівної документації в ході робіт, які виконує суб'єкт господарювання.

Функціонал електронного кабінету включає наступні технічні можливості:

- авторизація користувача (вхід до Системи);
- інтерактивна взаємодія з елементами меню;
- механізм накладення кваліфікованого цифрового підпису КЕП;
- загальний вигляд кабінету та навігація по інтерфейсах;
- можливість перегляду картки об'єкту реєстру;
- додавання нових об'єктів в реєстрах;
- фільтрація даних реєстру за встановленими параметрами;
- керування відображенням колонок з інформацією в табличному реєстрі;
- підтримка статусів документів для відображення стану розгляду документу;
- керування відображенням кількості об'єктів в рамках однієї сторінки.

Таблиця 4.5 - Опис основних бізнес-процесів електронного кабінету розробника містобудівної документації

№	Назва бізнес-процесу	Результат бізнес-процесу
1	Створення проекту МБД	Створено в середовища МБК проект МБД. Завантажено графічні та текстові матеріали МБД. Додано компоненти МБД. Завантажено та проведено валідацію БГД МБО. Отримано звіт про валідацію даних
2	Зняття зауважень експертизи містобудівної документації	Завантажено в систему документ про зняття зауважень експертизи

Таблиця 4.6 - Загальний опис функцій інтерфейсів електронного кабінету розробника містобудівної документації

Назва інтерфейсу	Опис функцій
Договори на розробку	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Перегляд картки об'єкту реєстру Скачування та перегляд прикріплених документів
Завдання	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Перегляд картки об'єкту реєстру Скачування та перегляд прикріплених документів
Проекти МБД	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Додавання нового проекту МБД Завантаження бази геоданих проекту МБД Генерація звіту про валідацію Додавання компонентів проекту МБД Збереження та підписання створеного документу КЕП Перевірка функцій картки документу
Зняття зауважень експертизи	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Додавання нового документу щодо зняття зауважень експертизи Збереження та підписання створеного документу КЕП Перевірка функцій картки документу

4.3.3 Електронний кабінет експертизи містобудівної документації

Даний електронний кабінет має забезпечити реалізацію рольової моделі експертної організації, що проводить експертизу проекту містобудівної документації, в середовищі системи. В цілому інтерфейси мають забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з проведенням експертизи проекту містобудівної документації та створенням відповідного експертного висновку.

Функціонал електронного кабінету включає наступні технічні можливості:

- авторизація користувача (вхід до Системи);
- інтерактивна взаємодія з елементами меню;
- механізм накладення кваліфікованого цифрового підпису КЕП;
- загальний вигляд кабінету та навігація по інтерфейсах;
- можливість перегляду картки об'єкту реєстру;
- додавання нових об'єктів в реєстрах;
- фільтрація даних реєстру за встановленими параметрами;
- управління відображенням колонок з табличною інформацією;
- підтримка статусів документів для відображення стану розгляду документу;
- управління відображенням значної кількості об'єктів у межах однієї сторінки.

Таблиця 4.7 - Опис основних бізнес-процесів електронного кабінету експертизи містобудівної документації

№	Назва бізнес-процесу	Результат бізнес-процесу
1	Експертиза містобудівної документації	Завантаження в середовище МБКД зауважень експертизи Завантаження в середовище МБКД експертного висновку

Таблиця 4.8 - Загальний опис функцій інтерфейсів електронного кабінету Експертизи містобудівної документації

Назва інтерфейсу	Опис функцій
Зауваження експертизи	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Додавання нового зауваження експертизи Збереження та підписання створеного документу КЕП Перевірка функцій картки документу
Експертний висновок	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Додавання нового експертного висновку Завантаження скан копії експертного висновку Збереження та підписання створеного документу КЕП Перевірка функцій картки документу
Проекти МБД	Пошук об'єкту за встановленим параметрам фільтрації Посторінкове відображення даних в табличному реєстрі Скачування даних реєстру в форматі CSV/XLS Перегляд картки об'єкту реєстру Скачування та перегляд прикріплених документів

4.4 Функціональні можливості інформаційної системи

Підсистема валідації та завантаження містобудівної документації в Єдину базу даних МБК забезпечує можливість збору та завантаження містобудівної документації місцевого рівня, яка відповідає сучасним вимогам законодавства до

виконання містобудівної документації та оцінку зовнішньої якості наборів геопросторових даних об'єктів містобудівної документації на їх узгодженість з геопросторовими даними, що раніше завантажувалися та містяться в Єдиній базі геопросторових даних ГІС МБК (рис. 4.9).

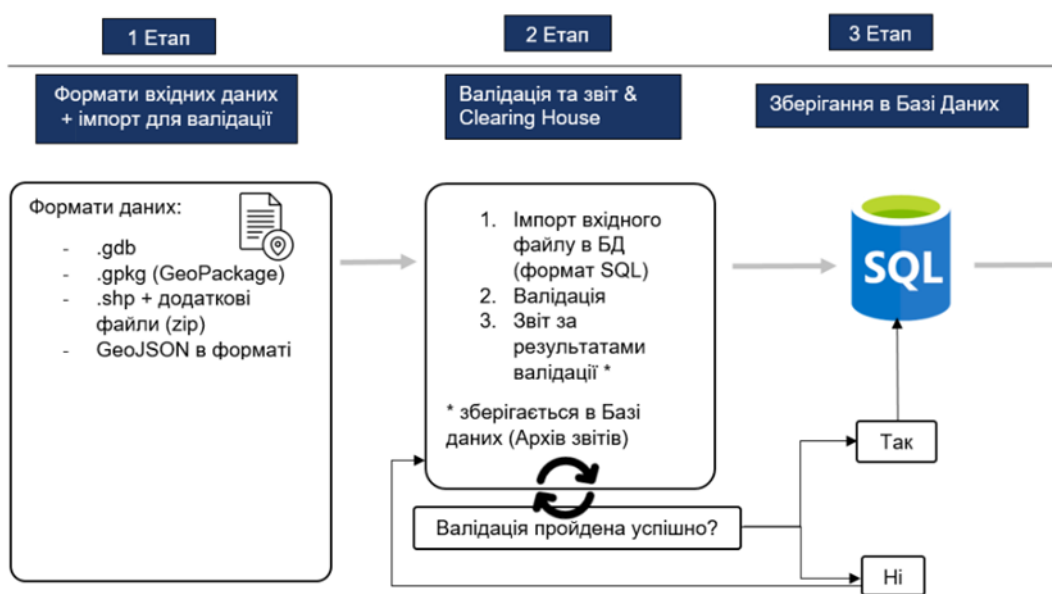


Рисунок 4.9 - Схема БП валідації та завантаження матеріалів МБД

Функціонал підсистеми включає наступні технічні можливості:

- перевірка внутрішньої якості кожного вхідного набору містобудівної документації, що буде завантажена у ГІС МБК;
- формування звіту про валідацію з результатами автоматичної перевірки;
- завантаження валідованої бази геопросторових даних містобудівної документації. (рис. 4.10).

Перевірка функцій щодо проведення валідації відбувається за наступними елементами якості геопросторових даних:

- концептуальна узгодженість – відповідність набору концептуальній схемі бази геоданих містобудівної документації за переліком класів об'єктів та атрибутів кожного класу;

- топологічна узгодженість – це відповідність наявних геометричних елементів векторної моделі набору даних правилам топологічних відношень між об’єктами одного тематичного шару та між об’єктами різних класів;
- доменна узгодженість – це відповідність значень усіх наявних атрибутів кожного класу значенням, що визначені в каталозі об’єктів;
- координатно-топологічна узгодженість об’єктів бази геоданих містобудівній документації;
- відповідність містобудівної документації нижчого рівня затвердженій містобудівній документації вищого рівня.

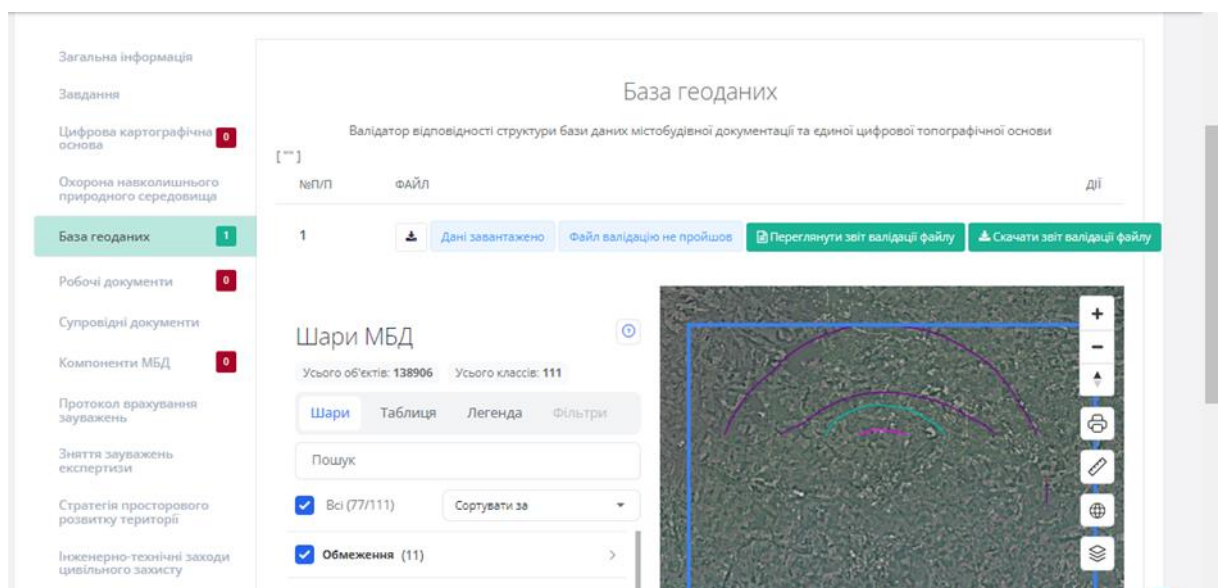


Рисунок 4.10 - Приклад інтерфейсу валідації бази геоданих проекту МБД

Зокрема, функціонал підсистеми забезпечує перевірку завантажених матеріалів містобудівної документації на відповідність вимогам щодо структури бази геоданих, що визначені у постанові КМУ від 9 червня 2021 р. №632 «Про визначення формату електронних документів комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади, генерального плану населеного пункту, детального плану території» та у наказі Міністерства розвитку громад та територій України від 22.02.2022 р. №56 «Про затвердження структури бази геоданих містобудівної документації» (рис. 4.11).

ЗВІТ з Реєстру містобудівної документації щодо валідації завантажених даних				
Загальна інформація				
Реєстраційний номер проекту містобудівної документації				
Специфікація		Згідно наказу Міністерства розвитку громад та територій України від 22 лютого 2022 року № 56		
Перелік класів із помилками				
Назва класу просторових об'єктів	Псевдонім класу просторових об'єктів	Помилка	Кількість об'єктів із помилкою	Загальна кількість об'єктів в класі
areas_in_yellow_lines_pg	Території в жовтих лініях	Порушена топологія	38	39
		Значення атрибута не відповідає значенню	39	

Рисунок 4.11 - Приклад звіту про валідацію бази геоданих проекту МБД

Підсистема містобудівного моніторингу забезпечує моніторинг реалізації містобудівної документації шляхом аналізу, узагальнення та відображення даних щодо видачі містобудівних умов та обмежень забудови, дозволів на будівництво та документів про введення в експлуатацію будівель та споруд з відповідною структурою показників та індикаторів зазначених у законодавчих та нормативних актах.

Функціонал підсистеми включає наступні технічні можливості:

- ідентифікація містобудівної документації на всіх рівнях, що завантажені в систему МБКД;
- ідентифікація об'єктів МБК на всіх рівнях, що завантажені в систему МБКД;
- прив'язку усіх індикаторів до адміністративно-територіального устрою України;

- формування часових рядів основних техніко-економічних показників розвитку території (областей, районів, територій, населених пунктів, забезпеченості територій містобудівною документацією та моніторингом її реалізації (будівництва, реконструкції об'єктів відповідно до містобудівної документації);

- отримання з ЄДЕССБ статусів реалізації проектних рішень містобудівної документації в частині відомостей про об'єкти будівництва;

- генерація відомостей містобудівного моніторингу щодо реалізації містобудівної документації в складі об'єкту чинної МБД;

- формування звіту про проведення містобудівного моніторингу;

- відображення та картографічна візуалізація даних містобудівного моніторингу, з відповідною структурою показників та індикаторів.

Підсистема ГІС-серверу МБК забезпечує зберігання геопросторових даних, відображення електронних карт, публікацію просторової інформації, доступ до інформаційних ресурсів, обмін даними між компонентами системами та роботу інших процесів, пов'язаних з загальною роботою системи МБКД.

Функціонал ГІС-серверу включає наступні технічні можливості:

- підтримка зберігання та оброблення геопросторових даних з використанням стандарту SQL 2008;

- сумісність з супутніми Підсистемами та модулями, які реалізуються в рамках проведення робіт;

- уніфікація інтерфейсів під роботу на персональних комп'ютерах, планшетах та мобільних пристроях;

- відповідність програмного забезпечення міжнародним стандартам у сфері геопросторової інформації, в тому числі, стандартів до геоінформаційних сервісів для роботи з електронними картами WMTS (WEB Map Tile Service), WMS (WEB Map Service) і сервісів доступу до геопросторових даних WFS (WEB Feature Service);

- діалоги, повідомлення, форми видачі результатів, документація робочих місць працівників відповідних органів повинні формуватися українською мовою;
- швидкість побудови зв'язків між різними документами, таблицями та базами даних;
- можливості динамічного доступу до баз даних через вбудований API;
- можливість створення контрольних сум документів та баз даних, що зберігаються в системі;
- можливість автоматичної реєстрації документів з присвоєнням реєстраційного номеру та збереженням відмітки часу.

Підсистема геопорталу МБК функціонально забезпечує постійний доступ фізичних та юридичних осіб до публічних інформаційних ресурсів ГІС МБКД, а також для забезпечення регламентованого доступу користувачів до цих ресурсів.

Функціонал геопорталу включає наступні технічні особливості:

- можливість завантаження та оновлення інформаційних ресурсів бази даних геопорталу на базі обмінних файлів із системи бази топографічних даних, бази метаданих та бази географічних назв та інших наборів геопросторових даних, що підготовлені для експорту;
- здійснення адміністрування сервера даних та веб- сервера;
- можливість інтерактивної реєстрації користувачів геопорталу і адміністрування доступу користувачів до інформаційних ресурсів геопорталу, зокрема, на рівні уніфікованих геосервісів - WTMS, WFS, WMS, WCS;
- можливості візуалізації галереї базових карт та здійснення вибору них в якості базової для роботи користувача на геопорталі;
- ідентифікація місця розміщення користувача з використанням мережі Інтернет та наближення зображення карти до нього;
- візуалізація та створення електронних топокарт з легендами, масштабними лінійками, іншими умовними знаками на веб-сторінці геопорталу, а також підключення зображень ортофотокарт;

- можливості інтерактивної роботи з електронними картами, веб-сторінками геопорталу, використання інструментів управління масштабами зображення, панорамування, видимістю шарів тощо (рис. 4. 12);
- навігація електронною картою за вибраною назвою геопросторового об'єкта або за допомогою навігаційної міні-карти;
- вибір геопросторових об'єктів рамкою або довільним полігоном;
- можливість використання «шторки» для аналізу та порівняння даних, шарів або карт;
- здійснення оперативної візуалізації атрибутів геопросторових об'єктів, що вибираються користувачем на карті;
- формування метаданих про набори геопросторових даних та окремі об'єкти;
- надання координат у визначеній точці в державній системі координат УСК-2000;
- можливості налаштування видимості, прозорості й порядку відображення шарів;
- фільтрування та групування об'єктів у атрибутивних таблицях за значеннями атрибутів;
- автоматичне формування URL – адреси згідно з поточним станом функціонування геопорталу;
- можливість вкопіювання необхідного фрагменту карти різних масштабів для друку або збереження на комп'ютері користувача;
- наявність базового ГІС-інструментарію для розрахунку площ, периметрів та довжин для геометричних об'єктів на електронній карті;
- формування, перегляд та зберігання метаданих на комп'ютері користувача у форматах XML та HTML (за ISO 19136);
- ведення статистики роботи геопорталу.

Карта призначена для візуального перегляду містобудівної документації, що наявна в наборах даних (рис. 4.13).

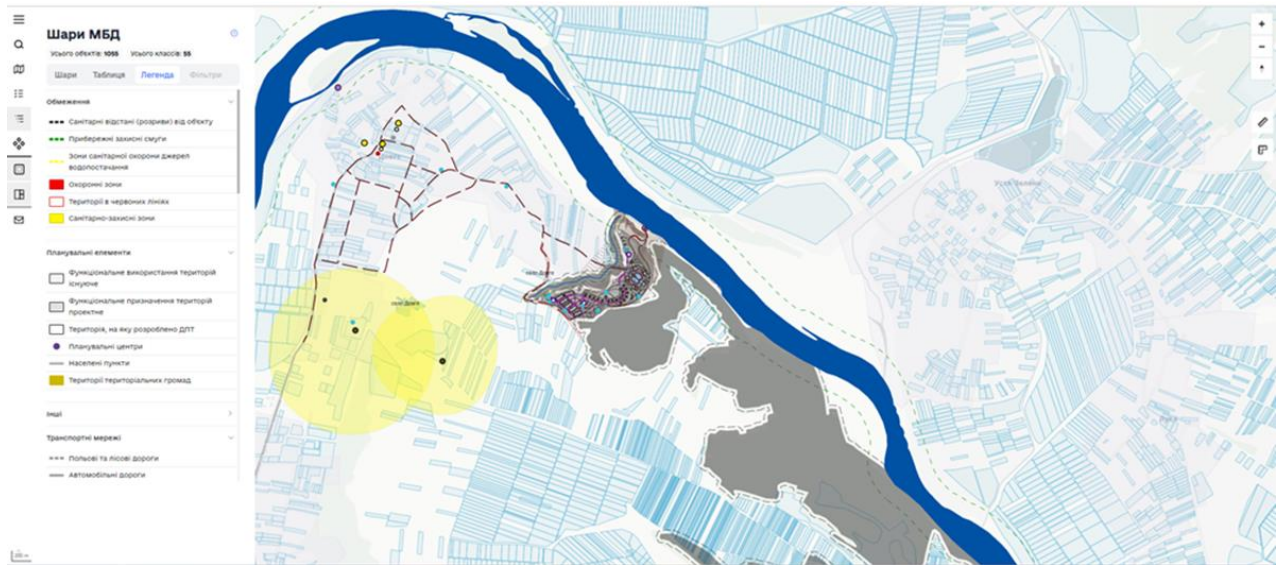


Рисунок 4.12 - Візуалізація містобудівної документації

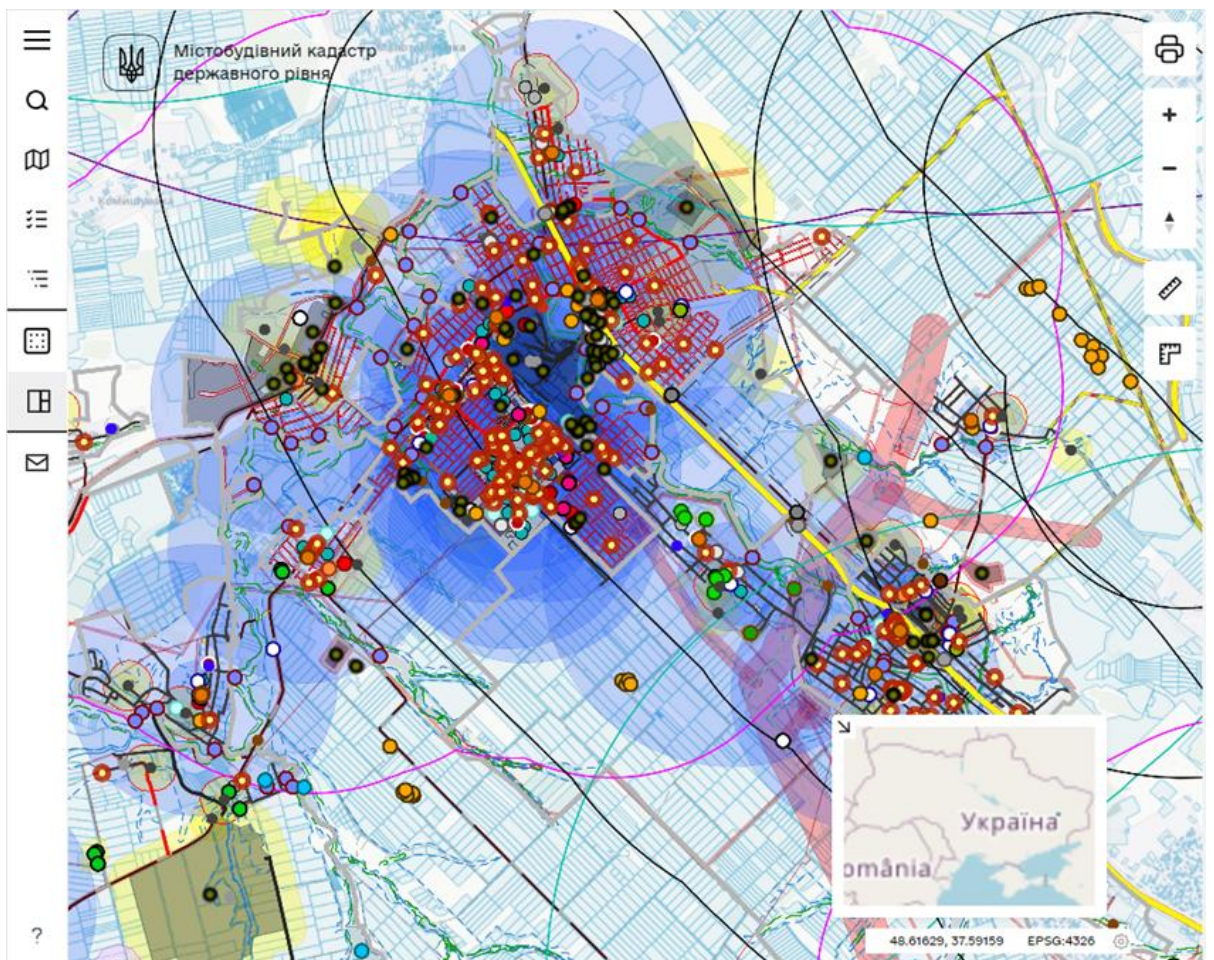


Рисунок 4.13 - Приклад картографічної візуалізації наборів даних містобудівної документації

Розділ Карта містить наступний функціонал:

- меню - забезпечує швидкий перехід до головної та інших сторінок порталу, таких як “Набори даних”, “Сервіси”, “Держателі” і т.д.:
- пошук - забезпечує можливість швидкого пошуку за наборами даних, населеними пунктами та кадастровими номерами;
- базові карти - забезпечує вибір між двома основними видами карти Ортофото 1:10k та Positron;
- легенда - відображає перелік умовних позначень до шарів карті, що візуалізовані на карті;
- МБД вектор - відображає панель із наборами векторних даних;
- АТУ - забезпечує додавання шару з адміністративно територіальним устроєм України;
- кадастр - при натисненні на кнопку додається шар з розмежуванням кадастрових ділянок на карті та областей України;
- зворотній зв'язок - форма заповнення даних для зворотного зв'язку;
- друк - функція збереження виділеної області карти у різних розмірах та форматах, таких як PNG, PDF та SVG;
- інструменти керування картою - збільшення/зменшення зуму, вирівнювання на північ;
- вимір відстані - інструмент, що дозволяє виміряти довжину між визначеними користувачем точками на карті;
- вимір площі - інструмент, що дозволяє виміряти площу визначеної ділянки на карті.

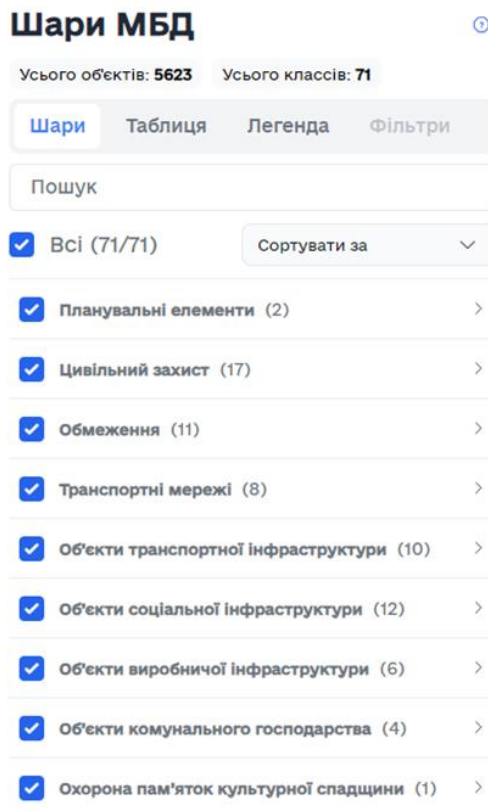


Рисунок 4.14 - Приклад відображення шарів містобудівної документації

При натисненні на об'єкт на карті у правій частині сторінки відкривається блок інформації про обраний об'єкт (рис. 4.15).

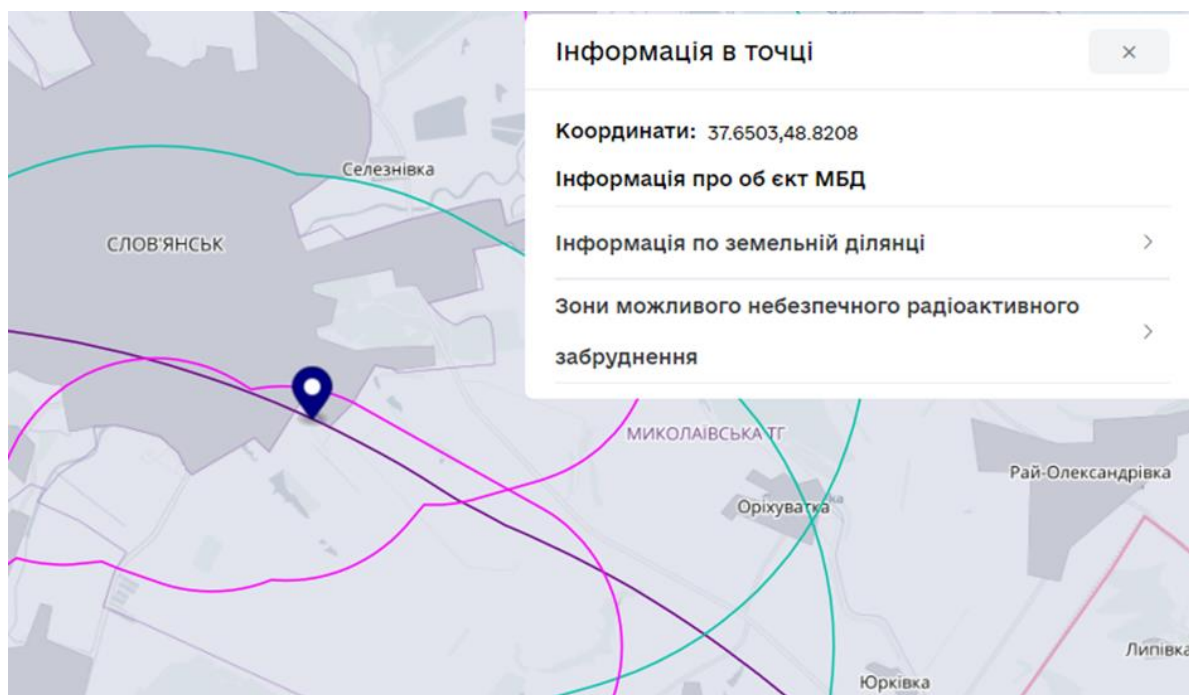


Рисунок 4.15 - Приклад відображення атрибутивної інформації про об'єкт

5 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ

5.1 Опис ідеї стартап-проєкту

В останні роки в Україні відбулися значні соціально-економічні трансформації в розвитку територій та регіонів. Також відбулися зміни у нормативному забезпеченні просторового планування та розвитку регіонів та громад. Проте, забезпечення новою актуальною містобудівною документацією територіальних громад залишається на низькому рівні. Наявність оновленої містобудівної документації, створеної за новими вимогами у цифровому форматі, є важливою передумовою для залучення інвестицій у громаду, будівництва та реконструкції нових об'єктів.

5.2 Технологічний аналіз стартап-проєкту

Ідея проєкту полягає в створенні веб-застосунку з каталогом та інтерактивною картою розробленої актуальної містобудівної документації з метою підвищення інвестиційної привабливості громад.

Детальніший опис наведено у табл. 5.1.

У табл. 5.2 наведено порівняльний аналіз запропонованого веб-додатку із продуктом аналогом, а також проведено SWOT-аналіз, тобто аналіз сильних, нейтральних і слабких особливостей проєкту. Даний порівняльний аналіз показав, що за всіма критеріями, у створеного веб-додатку є найкращі позиції. Незважаючи на те, що створений програмний додаток має певні обмеження щодо деяких додаткових функцій (однак, він більш спеціалізований). Проте він підходить найкраще для поставленої задачі. У табл. 5.2 W – слабкі сторони, S – сильні сторони, N – нейтральні сторони.

Таблиця 5.1 – Основний зміст ідеї проекту

Основний зміст ідеї	Особливості застосування	Вигоди для користувача
<p>Створення веб-застосунку з каталогом та інтерактивною картою розробленої актуальної містобудівної документації з метою підвищення інвестиційної привабливості громад</p>	<p>Забезпечує досягнення цілей щодо вдосконалення механізмів розроблення, внесення змін, оновлення та затвердження містобудівної документації на місцевому рівні.</p> <p>Сприяє формуванню наборів геопросторових даних щодо об'єктів у системі містобудівного кадастру в межах території громад.</p> <p>Створює можливість для державних органів та органів місцевого самоврядування здійснювати власні повноваження у повному обсязі, забезпечує надання доступу до даних містобудівного кадастру для суб'єктів та громадян.</p>	<p>Підвищення якості містобудівної документації, прозорості та доступу до неї, прозорості прийняття рішень органами державної влади, органами місцевого самоврядування, зниження корупційних ризиків. Забезпечення прозорого, рівного та швидкого доступу до містобудівної документації</p> <p>Центральні органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, юридичні особи та громадяни та зможуть застосовувати актуальну, якісну містобудівну документацію для прийняття обґрунтованих рішень.</p>

Таблиця 5.2 – Визначення сильних, нейтральних і слабких особливостей проекту

Техніко-економічні характеристики проекту	Потенційні продукти конкурентів		W (слабкі сторони)	N (нейтральні сторони)	S (сильні сторони)
	Мій проект	Проект-конкурент			
Використання без завантаження	+	-	-	-	+
Легкість налаштування	+	+	+	-	-
Генерація в одному файлі	+	-	+	-	-
Необхідність ліцензії	-	+	+	-	-
Можливість збереження даних	-	-	-	-	+
Можливість розширення	+	+	-	+	-
Паралельна робота з додатком	+	-	-	+	-

Таблиця 5.3 - Технологічний аудит

Основна ідея проекту	Технологія реалізації	Наявність технології	Доступність технології
Створення веб-застосунку з каталогом та інтерактивною картою розробленої актуальної містобудівної документації з метою підвищення інвестиційної привабливості громад	Будь-який пристрій, що має браузер	+	безкоштовна
	PostgreSQL	+	безкоштовна
	Gdal	+	безкоштовна
	VUE	+	безкоштовна
	Flutter	+	безкоштовна

5.3 Порівняльний аналіз ринкових можливостей стартап-проєкту

Результати порівняльного аналізу попиту потенційного ринку для стартап-проєкту наведено у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Загальна характеристика потенційного ринку для стартап-проєкту

Основні показники ринку	Опис
Наявність головних гравців, од	1
Динамічність ринку	поступово зростає
Обмеження на ринку	наразі відсутні
Наявність вимог до стандартизації та сертифікації продукту	Не вимагає стандартизації та сертифікації

Проведений аналіз ринку веб-застосунів, у тому числі картографічного спрямування, показав, що кількість конкуруючих проєктів дуже мала на ринку, однак стрімко зростає попит на подібну продукцію. Зростання попиту зумовлено збільшенням популярності вебтехнологій з картографічним наповненням, зокрема можливістю їх провадження у повсякденному житті. Проаналізуємо потенційних клієнтів даного вебзастосунку та їхні вимоги до продукту. Результати аналізу клієнтів наведено у табл. 5.5.

Наступним кроком є проведення аналізу ринкового середовища. З цією метою, спочатку, проаналізуємо фактори загроз для майбутнього продукту. Результати аналізу загроз наведено у табл. 5.6.

Наступним кроком після аналізу пропозицій необхідно провести більш детальний аналіз конкуренції з використанням моделі М. Портера (табл. 5.7).

Таблиця 5.5 - Аналіз основних клієнтів

Потреби, які формує ринок	Користувачі (цільова аудиторія)	Відмінності у поведінці різних користувачів (цільових груп)	Вимоги користувачів до продукту
Потреби в якісних, актуальних та достовірних даних	Органи влади	Необхідно отримувати оперативну, достовірну інформацію	Правильність отриманих шаблонів та даних, скорочення кількості задіяних людей
Потреби в даних. Візуалізація інформації	Громадяни, мешканці громад	Необхідно отримувати візуалізовану інформацію	зручність використання швидка робота
Потреби в інформації для прийняття рішень щодо інвестування	Підприємці	Потребується достовірність та повнота інформації	Простота донесеної інформації, достовірність даних

Таблиця 5.6 - Чинники загроз

Чинник	Особливості загрози	Можливості реагування
Військовий конфлікт, фінансова криза	Через нестабільність, важкий економічний стан може зменшитись кількість підприємств	Зменшити ціну та змінити маркетингові підходи
Поява більшої кількості конкурентів	З розвитком ринку може збільшитись кількість якісних аналогів продукту, що може збільшити конкуренцію на ринку та зменшити попит на цей продукт	Адаптація під потреби користувачів та запити ринку. Перегляд стратегії розвитку продукту
Обмеження доступу до даних	Зменшиться обсяг доступних даних	Перехід до публікації інших типів даних. Впровадження додаткових функцій

Відповідно до даної моделі існує 5 основних показників, що впливають привабливість ринку, серед яких:

- ✓ основні конкуренти;

- ✓ потенційні конкуренти;
- ✓ клієнти;
- ✓ постачальники;
- ✓ наявність товарів-відповідників.

Таблиця 5.7 - Аналіз конкурентних переваг (підхід М. Портера)

Прямі конкуренти	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-відповідники	
Складові аналізу	Вебзастосунки, що візуалізують геопросторові дані	Удосконалення функціоналу для кращої візуалізації даних	Фіксовані терміни та формати постачання даних	Відіграють важливу роль, оскільки є головними споживачами продукту	Товарів-відповідників на ринку немає, є кілька аналогів
Загальні висновки	Невисока конкуренція	Оптимальні умови для виходу на ринок	Залежність від постачальників невелика, оскільки частково дані містяться для відкритих ресурсах	Потрібен постійний зв'язок з користувачами для отримання відгуків, для удосконалення роботи вебзастосунку та допоможуть задовільнити усі потреби користувачів	Більш якісного продукту на ринку серед аналогів поки не існує

Проведений аналіз ринкових можливостей стартап проекту (вебзастосунку), показав високий рівень конкурентоспроможності даного продукту. Результати проведеного аналізу наведено у таблиці 5.8.

Для підведення підсумків ринкового аналізу даного продукту проведемо SWOT-аналіз (таблиця 5.9). Це матриця аналізу, у якій представлено сильні (Strength) і слабкі (Weak) сторони продукту та визначені загрози (Troubles) і можливості (Opportunities).

Таблиця 5.8- Аналіз конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності		Обґрунтування
1	Висока ефективність	Даний застосунок забезпечує можливість швидко публікувати та візуалізувати геопросторові дані, що необхідні для містобудівної документації
2	Багатофункціональність	Вебзастосунок має широкі функціональні можливості, що дозволяє виконувати різноманітні задачі
3	Доступність продукту	Оскільки даний застосунок є безкоштовним і має зручний для користувача інтерфейс, його використання та доступність необмежена. Також продукт не має особливих системних вимог.
4	Важливість продукту	Вебзастосунок надає користувачу можливість швидко публікувати та візуалізувати геопросторові дані

Таблиця 5.9- SWOT-аналіз запропонованого застосунку

<p>Сильні сторони (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> розширений функціонал; <input type="checkbox"/> доступність у користуванні; <input type="checkbox"/> інноваційні технології. 	<p>Слабкі сторони (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> недостатність коштів; <input type="checkbox"/> відсутність регулярних аудитів стартапу.
<p>Можливості (O):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> вихід на міжнародні ринки; <input type="checkbox"/> розширення структури та можливих підтримуваних форматів даних; <input type="checkbox"/> удосконалення візуалізації 	<p>Загрози (T):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> збільшення наявності конкурентоспроможних аналогів; <input type="checkbox"/> зменшення потреб у публікації даних через цифровізацію.

На основі проведеного SWOT-аналізу можна розробити перелік альтернативних заходів, що необхідні для виведення стартапу на ринок. Також необхідно встановити та обґрунтувати орієнтовні строки реалізації проекту. З цією

метою необхідно проаналізувати проєкти конкурентів, що можуть бути випущені найближчим часом. Результати аналізу відобразимо у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 - Альтернативні напрямки ринкового впровадження стартап-проєкту

Напрямок ринкової поведінки	Можливості отримання ресурсів	Терміни реалізації
Можливості виходу на нові ринки	Залучення коштів інвесторів	9-12 місяців
Розширення функціональних можливостей	Залучення коштів інвесторів	Після запуску робочої версії продукту, 6 місяців

Отже, проведений аналіз показав, що на початковому етапі потрібно розробити та випустити основну версію продукту для ринку, а потім далі розширювати його функціональні можливості згідно з запитами користувачів та удосконаленим функціоналом конкурентів.

5.4 Формування ринкової стратегії проєкту

У процесі формування ринкової стратегії проєкту необхідно у першу чергу провести аналіз охоплення ринку продуктом (таблиця 5.11)

Таблиця 5.11 - Аналіз охоплення ринку продуктом

№	Опис цільової групи потенційних користувачів	Бажання споживачів сприймати продукт	Попит на продукт у межах цільової групи	Конкуренція у сегменті ринку	Можливість входу у сегмент
1	Пересічні громадяни, підприємці	Потребують	Попит є	Слабка	Легко
2	Органи влади, місцевого самоврядування	Потребують	Попит є	Слабка	Важко

Для даного продукту є важливими дві основні цільові групи потенційних користувачів, однак для кожної з цих груп потрібно використовувати різні способи просування вебзастосунку. З цією метою для даного продукту обрано стратегію диференційованого маркетингу. Для успішної реалізації стратегії у обраному сегменті потрібно сформувавши базову стратегію розвитку продукту (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 Базова стратегія

№	Базова альтернатива розвитку продукту	Основна стратегія охоплення ринку	Визначальні конкурентоспроможні позиції щодо обраної альтернативи	Основна стратегія розвитку продукту
1.	Можливості виходу на нові ринки	Стратегія диференціації	Покращення продукту відповідно до запитів користувачів та їх вимог для забезпечення більш вигідної позиції серед конкурентів	Стратегія диференціації
2.	Розширення функціональних можливостей	Стратегія спеціалізації	Розширення функціональних можливостей продукту для задоволення потреб користувачів	Стратегія спеціалізації

На основі виявлених та проаналізованих вимог споживачів різних сегментів до стартап проекту та до його вебзастосунку, а також відповідно до обраної основної стратегії розвитку продукту та стратегії конкурентної поведінки формується стратегія позиціонування. Вона полягає у формуванні ринкових позицій продукту (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати відповідний продукт.

Результат аналізу стратегії позиціонування продукту наведено у таблиці 5.13.

Таким чином, проведений аналіз дозволив виявити наступну стратегію просування продукту на ринку: у якості основної стратегії розвитку продукту була обрана стратегія диференціації, яка передбачає отримання продуктом важливих

для користувача особливих характеристик. Завдяки вдосконаленню продукт буде вигідно відрізнятися на фоні своїх конкурентів. У межах стратегії конкурентної поведінки продукту була обрана стратегія «виклику лідера», що визначає створення відмінного продукту від інших конкурентів з наданням йому найкращого співвідношення ціна-якість з метою отримання позиції лідера на ринку.

Таблиця 5.13 - Аналіз стратегії позиціонування продукту

№	Вимоги цільової аудиторії до продукту	Основна стратегія розвитку	Основні конкуренто-спроможні позиції продукту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію продукту
1	Зручність використання	Стратегія диференціації	Якомога якісніше візуалізувати геопросторові дані	Метрики програмного забезпечення
2	Оперативність	Стратегія акцій	Якомога швидше публікувати геопросторові дані	Метрика програмного забезпечення

5.5 Розроблення маркетингової програми розвитку стартап-проєкту

На першій стадії розроблення маркетингової програми розвитку стартап-проєкту на ринку необхідно сформувати його маркетингову концепцію, яка повинна бути зрозумілою для споживача. Для цього необхідно зробити підсумки результатів попереднього аналізу конкурентоспроможності проєкту. Результати цього маркетингового дослідження наведено у таблиці 5.14.

Наступним кроком є розроблення трирівневої маркетингової моделі продукту (таблиця 5.15).

Таблиця 5.14 - Визначення ключових переваг маркетингової програми потенційного продукту

Потреби	Вигоди, які надає продукт	Ключові конкурентні переваги
Оцінювання якості програмного забезпечення	Оцінка програмного забезпечення за метриками	Точність та актуальність візуалізованих даних
Оцінка оперативності	Оцінка програмного забезпечення за метриками	Швидкість роботи та доступність програмного забезпечення

Таблиця 5.15 - Трьохрівнева маркетингова модель продукту

Рівні товару	Сутність та складові
Тестова версія продукту	Створення веб-застосунку з каталогом та інтерактивною картою розробленої актуальної містобудівної документації
Робоча версія продукту	Візуалізація геопросторових даних містобудівної документації
Удосконалена версія продукту	Аналіз геопросторових даних
Продукт після продажу: розширено функціонал	Вибір способів візуалізації геопросторових даних

На наступному етапі необхідно визначити ціновий діапазон продукту, який наведено у таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 - Ціновий діапазон продукту

Рівень цін на продукти-відповідники	Рівень цін на аналогічні продукти	Діапазон доходів цільових груп користувачів	Діапазон встановлення ціни на продукт
10000 – 500000 грн	25000 - 650000 грн	30000 - 10000 грн	20000 - 30000 грн

На наступному етапі необхідно сформувати систему збуту даного продукту у межах якого потрібно визначити та проаналізувати специфіку купівельної спроможності та поведінки цільових клієнтів, основні функції збуту, що виконує постачальник товару, визначити глибину каналу збуту та сформувати оптимальну мережу системи збуту (таблиця 5.17).

Таблиця 5.17 - Система збуту

Особливості купівельної поведінки цільових споживачів	Основні функції збуту, що виконує постачальник продукту	Канали збуту	Оптимальна система збуту
Потреби у візуалізації геопросторових даних містобудівної документації	База даних для збереження даних візуалізації	Тільки виробник	Система вертикального маркетингу

Останньою складовою створення маркетингової програми є формування концепції маркетингової комунікації для просування продукту на ринку. Результати створення концепції маркетингової комунікації наведено у таблиці 5.18.

Таблиця 5.18 - Концепція маркетингової комунікації

Поведінка цільових користувачів	Основні канали комунікацій цільових споживачів	Основні позиції, необхідні для позиціонування	Завдання для рекламного повідомлення	Використана концепція рекламного звернення
Необхідність візуалізації геопросторових даних містобудівної документації	Будь-які доступні	Актуальна інформація, доступність та зручність сервісу, багатфункціональність	Злучити якомога більше користувачів	Концепція концентрованого звернення

ВИСНОВКИ

Містобудівний кадастр – це система реєстрації, зберігання та використання містобудівної інформації про фактичні геопросторові об'єкти території та перспективи її розвитку. Тому створення містобудівного кадастру є важливим для прийняття обґрунтованих рішень для управління територіями на основі даних.

У процесі виконання магістерської дисертації:

проаналізовано існуючі системи управління геопросторовими даними у містобудівному кадастрі для визначення їхніх переваг та недоліків;

визначено вимоги та розроблено концептуальну структуру інформаційної системи, що включає модель даних, архітектуру, функціональні можливості системи;

вивчено та запропоновано використання методів в області геопросторових даних для підвищення оптимізації їх обробки та використання;

розроблено інструменти та інтерфейси для ефективного управління геопросторовими даними;

проведено тестування розробленої системи.

Практичне значення отриманих в роботі результатів полягає в підвищенні ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і громадян на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Goodchild M.F. Geographical information science *International Journal of Geographical Information Systems*. 2012, 6(1), p. 31-45.
2. The NCGIA Core Curriculum in GIScience / M.F. Goodchild, K.K. Kemp, eds. NCGIA University of California, Santa Barbara CA., 2015. URL: <http://www.ncgia.ucsb.edu/>
3. The GIS History Project. URL: http://www.ncgia.buffalo.edu/gishist/bar_harbor.html
4. Світличний О.О. Основи геоінформатики. Суми: ВТД Університетська книга, 2016, 295 с.
5. Географічна інформація – Еталонна модель: Нац. Стандарт України (ДСТУ ISO 19101:2002(E)). К.: Держспоживстандарт України, 2015, 65 с.
6. Постанова Кабінету Міністрів України «Про містобудівний кадастр» № 559 від 25 травня 2011 р. *Офіційний вісник України*, 2011 р., № 41, стор. 55, ст. 1673.
7. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» *Офіційний вісник України*, 2011 р., № 18, стор. 131, ст. 735.
8. David M. Mark. *Geographic Information Science: Defining the Field*. 2018. URL: <http://www.geog.buffalo.edu/~dmark/>
9. Huxhold W.E., Levinsohn A.G. *Managing Geographic Information System Projects*. New York, Oxford: Oxford University Press, 2015, 250 p.
10. The University Consortium for Geographic Information Science. 2019. URL: <http://www.ucgis.org/>
11. CSU Geospatial Review.- California State University GIS Specialty Center, 2016. URL: <http://csugis.sfsu.edu/>
12. DiBiase D., DeMers M. *Geographic Information Science & Technology. Body of Knowledge*. 2017. URL: <http://www.ucgis.org/>
13. Joseph K. Berry. *Beyond Mapping III. Understanding Spatial Patterns and Relationships*. BASIS Press, 2007, 227 p. URL: <http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/>

14. Principles of Geographic Information Systems / Rolf A. de By (Ed.). ITC, Enschede, The Netherlands. 490 p.
15. GIS Glossary. 2018. URL: <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/glossary.html>
16. Spatial Analysis and GIS: A Primer / Gilberto Camara and other. Image Processing Division, National Institute for Space Research (INPE), Brazil, 2019
17. Getting Started with Geographic Information Systems / Keith C. Clarc - 4 ed. -Prentice Hall, 2013, 342 p.
18. Harvey Francis A Primer of GIS. The Guilford Press, 2018, 310 p.
19. Sarah Battersby and Nicholas Matzke.Lab 3: GIS Data Models – UC Santa Barbara, 2020. URL: <http://cda.morris.umn.edu/~jonesjv/gis/labs/lab3.html>
20. David J. Buckley. The GIS Primer, 2021. URL: <http://www.innovativegis.com/education/primer.html>
21. ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація/геоматика: Географічна інформація – еталонна модель. К.: Держспоживстандарт України, 2011, 37с.
22. ISO/IEC CD 13249-3:2006(E) Text for FDI Ballot Information technology - Database languages – SQL Multimedia and Application Packages - Part 3: Spatial. – ISO/IEC, May 15, 2006.
23. Yeung, Albert K.W.; Hall, Brent G. Spatial database system: design, implementation and project management. The GeoJournal Library, vol. 87. Springer, 2007, 553 p.
24. Карпінський, Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.: НДІГК, 2016, 108 с.
25. Лященко, А.А. Системні вимоги до сучасного містобудівного кадастру та містобудівної документації. *Містобудування та територіальне планування*. 2013, Вип. 47, С. 397-405.
26. Plan4all Project Interoperability for Spatial Planning / Mauro Salvemini, Franco Vico, Corrado Iannucci (Editors). Plan4all Consortium, 2011, 210 p.
27. Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 2: Системи керування базами геоданих для інфраструктури

просторових даних. Навчальний посібник. / Д. Кейк, А.А. Лященко, В.В. Путренко, М. Говоров. Київ, 2017, 456 с.

28. Геоінформаційні технології та інфраструктура геопросторових даних: у шести томах. Том 3: Просторові кадастрові інформаційні системи для інфраструктури просторових даних. Навчальний посібник. / М. Говоров, А.А. Лященко, Д. Кейк, В.В. Путренко. Планета-Прінт, 2017, 532 с.

29. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010, 313 с.

30. Бурачек В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011, 440 с.

31. Abdullaev I., Nasirov A. Integrated information system for cadastre based on GIS and Web technologies, 2022 *International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 2022, pp. 1-3

32. DeMers, Michael. N. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. 4th edition. New York, N.Y: John Wiley & Sons, 2009, 443 pp.

33. Shellito B. A. *Introduction to Geospatial Technologies*. 2nd Edition. New York: NY: W. H. Freeman and Company, 2014, 560 pp.

34. Allen David W. *GIS Tutorial for Python Scripting*, Redlands, CA: Esri Press, 2014, 288 pp.

35. Mitchell Andy *ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns and Relationships*. Redlands, CA: Esri Press, 2011, 190 pp.

36. Jensen John R., Ryan R. Jensen. *Introductory Geographic Information Systems*. Glenview, IL: Pearson Education, Inc., 2013, 432 pp.

37. Bolstad Paul *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Fourth edition. White Bear lake, MN: Eider Press. 2016, pp. 400.

38. Sanders L. *Models in Spatial Analysis*. Newport Beach, CA, U.S.A: ISTE Ltd, 2017, 319 pp.

ДОДАТОК А

Апробації

Геоінформаційна система містобудівного кадастру – основа для управління
геопросторовими даними містобудівної документації

Аркушів 4

2023

ГЕОПРОСТІР 2023

МАТЕРІАЛИ

5 міжнародної науково-практичної
конференції
«Геопростір-2023»

17-18 жовтня 2023, Київ

Київський національний університет
будівництва і архітектури
2023

УДК 528; 361; 332; 631

Матеріали 5-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геопростір-2023», 17-18 жовтня 2023 р., Київ: Видавництво Київського національного університету будівництва і архітектури, 2023. – 255 с.

ISBN 978-966-941-457-1

У збірнику розміщено матеріали 5-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геопростір-2023», 17-18 жовтня 2023 р., Київ.

Наведено результати досліджень з геодезії, геодинаміки, фотограмметрії, картографії, ГІС, інженерної геодезії, геодезичного моніторингу у будівництві, кадастру, землеустрою, оцінки нерухоності, військових геодезичних та ГІС-технологій.

Збірник матеріалів конференції розрахований на науковців, виробників геодезичної галузі, аспірантів і студентів старших курсів університетів.

УДК 528; 361; 332; 631

Матеріали публікуються в авторській редакції

ISBN 978-966-941-457-1

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2023

ЗМІСТ

ГЛОТОВ В., ФИС М. ОЦІНКА ТОЧНОСТІ КУТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗОВНІШНЬОГО ОРІЄНТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ОТРИМАНИХ З БПЛА З ЗАСТОСУВАННЯМ ПОХІДНИХ НЕЯВНО ЗАДАНИХ ФУНКЦІЙ	3
ГУБАР Ю. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАЦІЇ РІВНЯ ЦІН ТА ЇХ ДИНАМІКИ.....	7
ARSHAD YASHAR, FIRIDUN TAGHIVEV, BANRUZ NURIVEV, IZZAT TALIBOV MONITORING AND CONDITION MAPPING FOR SUSTAINABLE USE OF SUMMER	11
ПРИМАК Л. ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТИХ ДАНИХ ПРО РЕЛЬЄФ МІСЦЕВОСТІ В ПЛАНУВАННІ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РАДІОЧАСТОТНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ 14	
ЧЕТВЕРІКОВ Б. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ГІС КОНЦЕНТРАЦІЙНИХ ТАБОРІВ НАЦИСТСЬКОЇ НІМЕЧЧИНИ ПЕРІОДУ 1941-1944 РОКІВ	17
ШЕВЧУК В., БУРШТИНСЬКА Х. МОНИТОРИНГ ЗМІН ПРИБЕРЕГОВОЇ ТЕРИТОРІЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ДНІСТЕР	21
ПАШИНСЬКА Н.М. ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСТОВУДІВНОГО КАДАСТРУ – ОСНОВА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАНИМИ МІСТОВУДІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	23
СТУПЕНЬ М., СТУПЕНЬ Н., РИЖОК З. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	27
СТУПЕНЬ Р., СТУПЕНЬ О. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	28
DOROSH I., GERA O. SATELLITE MONITORING OF THE MINING LEASE AREAS USING RADAR INTERFEROMETRY DATA	31
VALDAS URBANAVICIUS, ILONA URBANAVICIENE, PAVLO KALODIY SUPERVISED AND UNSUPERVISED APPLICATION OF CLASSIFICATION ON ORTHOGRAPHIC MAPS	35
МАРУСАЖ Х., ГЛОТОВ В. РЕЗУЛЬТАТИ МОНИТОРИНГУ ВИХОДІВ ЛЬОДОВИКІВ ОСТРОВІВ ГАЯТИ ЛЕЗ ТА ВІНТЕР У 2018-2019 РОКАХ	40
БУРШТИНСЬКА Х., ПЕТРИК Ю., ДЕКАЛЮК Я. ВИКОРИСТАННЯ БПЛА З МЕТОЮ ВИБОРУ ТЕСТОВИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ХВОЙНИХ ЛІСІВ	44
ТРЕВОГО І., ІЛЬКІВ Є., ГАЛЯРНИК М., СЕМКІВ Б. ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК МЕЖОВИХ ЗНАКІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	49
НИЧВИД М. ДО ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	53
ДАЦЕНКО Л. УЧАСТЬ ГРОМАДСЬКОСТІ У РОБОТІ ОРГАНІВ ВИКОНАВЧОЇ ВЛАДИ: ГРОМАДСЬКА РАДА ПРИ ДЕРЖГЕОКАДАСТРІ	57

УДК 004.021¶

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ – ОСНОВА ДЛЯ
УПРАВЛІННЯ ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАНИМИ МІСТОБУДІВНОЇ
ДОКУМЕНТАЦІЇ**

Пашвіська Н.М.¶

НТУУ КІП імені Ігоря Сікорського¶

Містобудівний кадастр – це система реєстрації, зберігання та використання містобудівної інформації про фактичні геопросторові об'єкти території та перспективи її розвитку. Згідно постанови КМУ «Містобудівний кадастр на державному рівні є інтегрованою інформаційно-комунікаційною системою, яка забезпечує суцільність та логічне поєднання електронних інформаційних ресурсів або інформаційних систем, що належать до організаційної структури Мініфраструктури, внутрішню та зовнішню електронну інформаційну взаємодію, а також забезпечує збирання, формування, зберігання, використання, поширення та захист інформації про геопросторові дані території, про адміністративно-територіальну одиницю, екологічні, інженерно-геологічні умови, будівельну діяльність, інформаційні ресурси будівельних норм для задоволення інформаційних потреб у плануванні території, забезпечення формування галузевої складової державних геоінформаційних ресурсів».¶

Актуальність створення системи містобудівного кадастру пов'язана з необхідністю:¶

- > збору та завантаження містобудівної документації за єдиною структурою та стандартами в єдину базу даних.¶
- > оцифрування процесу розроблення містобудівної документації.¶
- > безшовного покриття території якісними, уніфікованими геопросторовими даними.¶
- > підвищення автоматизації роботи у сфері містобудування.¶
- > створення інструменту для управління геопросторовими даними містобудівної документації.¶
- > інтеграції усіх містобудівних інформаційних систем та сервісів на єдиній технологічній платформі.¶
- > прийняття обґрунтованих рішень для управління територіями на основі даних.¶

Загальною метою створення ГІС МБК є підвищення ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку

території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і громадян на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.¶

До загальних принципів створення ГІС МБК належать:¶

1. «Система створюється на засадах формування інфраструктури геопросторових даних та як складова національної інфраструктури геопросторових даних України.¶

2. «Розроблення системи повинно базуватися на застосуванні сучасних веб-портальних та сервіс-орієнтованих технологій для формування та оброблення геопросторових даних у мережі територіальних та галузевих геоінформаційних систем.¶

3. «Інтероперабельність інформаційних ресурсів системи містобудівного кадастру та інших систем повинна досягатися на основі застосування уніфікованих геоінформаційних сервісів, у тому числі єдиних структури цифрової топографічної основи, класифікаторів та форматів обміну геопросторовими даними.¶

4. «Інформаційні ресурси єдиної цифрової топографічної основи повинні накопичуватися та зберігатися в складі системи містобудівного кадастру; оперативно оновлюватися та постачатися суб'єктам містобудівної діяльності для формування профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації.¶

6. «В основі ГІС МБК використовується сервіс-орієнтована архітектура з відповідною трирівневою логічною структурою.¶

7. «База даних містобудівного кадастру повинна розроблятися з використанням середовища сучасних універсальних систем керування базами даних (СКБД), що мають уніфіковані засоби роботи з геопросторовими даними.¶

Практичне значення впровадження ГІС МБК полягає в підвищенні ефективності та якості інформаційної підтримки у сфері прийняття управлінських рішень базованих на даних органами місцевого самоврядування та державної влади щодо збалансованого розвитку території та задоволення інформаційних потреб у сфері просторового планування організацій, підприємств і мешканців на основі створення, інтегрування, постійного оновлення, використання і надання доступу до геоінформаційних ресурсів про територію держави із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій та систем.¶