

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
**Зав. кафедри геоінформатики і**  
**аерокосмічних досліджень Землі**  
\_\_\_\_\_ **Москаленко А.А.**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ **2025 р.**

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на тему «Геоінформаційне система моніторингу об'єктів інфраструктури**  
**Національного музею історії України у Другій світовій війні»**

**Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»**

**Гарант освітньої програми**

**д-р. географ. наук, проф.**

\_\_\_\_\_

**Ковальчук І.П.**

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

**старш.викладач.**

\_\_\_\_\_

**Денисюк Б.І.**

**Консультант бакалаврської кваліфікаційної роботи**

**д-р. економ. наук, доц.**

\_\_\_\_\_

**Кошель А.О.**

**Виконав**

\_\_\_\_\_

**Семененко В.В.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**В.о. завідувача кафедри**  
**геоінформатики і**  
**аерокосмічних досліджень Землі**

\_\_\_\_\_ **Антоніна Москаленко**

**« 20 » листопада 2024 р.**

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

**Семененку Владиславу Володимировичу**

**Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»**

**Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Геоінформаційне система моніторингу об'єктів інфраструктури Національного музею історії України у Другій світовій війні»**

**Затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.11.2024 року № 2063 «С».**

**Термін подання завершеної роботи на кафедру: 08.06.2025 року.**

**Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:** охоплюють територію міста Києва, топографічні плани об'єкту, ортофотоплани, креслення статистичні дані дослідження за осадками отримав їх від ТОВ організації "Геоматичні рішення".

**Завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи:**

- здійснити аналіз чинного законодавства у сфері моніторингу за об'єктами;
- визначення ролі геоінформаційних систем у моніторингових процесах
- визначення правил цифрового опису будівель та споруд;

- вивчення структурної моделі бази даних реєстру будівель та споруд
- провести аналіз та оцінку наявного картографічного та кадастрового матеріалу
- структурувати геоінформаційний реєстр будівель та споруд в м. Києві на Території Національного музею історії України у Другій світовій війні.

**Дата видачі завдання** 20. 11. 2024 року

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ **Богдан ДЕНИСЮК**

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ **Владислав СЕМЕНЕНКО**

## ВСТУП

### **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ, СУЧАСНОГО СТАНУ І ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ТА БАЗ ДАНИХ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ**

- 1.1. Аналіз предметної сфери та сучасного стану та тенденцій у галузі моніторингу будівель та споруд
- 1.2. Визначення будівель та споруд як базових геопросторових даних.
- 1.3. Аналіз нормативно-методичного забезпечення будівель та споруд .
- 1.4. Стан інформатизації будівель і споруд в Україні.

### **РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ДЛЯ ГІС МОНІТОРИНГУ**

- 2.1. Структурна, концептуальна, та логічна моделі БГД ГІС моніторингу
- 2.2. Концептуальна модель бази геопросторових даних будівель та споруд.
- 2.3. Каталог об'єктів бази геопросторових даних будівель та споруд.
- 2.4. Логічна модель бази геопросторових даних будівель та споруд.

### **РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ТА ПРОВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ**

- 3.1.. Географічне положення та загальна характеристика об'єкта
- 3.2. Аналіз програмного забезпечення для реалізації запроєктованої БГД.
- 3.3. Дослідна реалізація БГД в середовищі ArcGIS
- 3.4. Обґрунтування та вибір інструментів просторового аналізу і побудова технологічних схем використання БГД.
- 3.5. Розроблення алгоритмів спеціалізованих функцій геопросторового аналізу використання бази геопросторових даних будівель та споруд.

## ВИСНОВОК

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## ДОДАТКИ

## ВСТУП

Інтеграція України в Європейське співтовариство та необхідність комплексного розвитку міст вимагають від місцевих адміністрацій виваженої політики. Управління населеним пунктом — це складний процес, що потребує

достовірних даних про поточний стан справ, ефективних механізмів їх оброблення та чіткої взаємодії різних підрозділів. Тому необхідною умовою ефективного управління є створення сучасних інформаційних систем, розробка ефективних механізмів збору, опрацювання та видачі інформації, а також процедур та технічних засобів обміну даними між підрозділами місцевої влади. Метою даної бакалаврської дипломної роботи є проектування бази геопросторових даних (БГД) будівель та споруд, як складової єдиної цифрової топографічної основи України, яка наразі відсутня та лише проектується. Запроектована БГД будівель та споруд може бути використана у складі ГІС або як окрема спеціалізована БГД, яку можна гармонізувати з іншими БГД та кадастрами, наприклад, з містобудівним кадастром. Завдання дипломної роботи включають аналіз сучасного стану інформатизації будівель та споруд в Україні; створення концептуальної та логічної геоінформаційних моделей БГД; проектування БГД будівель та споруд та її дослідна реалізація на прикладі району м. Києва; а також застосування спеціалізованих функцій геопросторового аналізу та моделювання для проведення досліджень над реалізованою БГД. Методи дослідження базуються на теоріях баз даних та об'єктно-орієнтованого моделювання для створення геоінформаційних моделей БГД, а також на геоінформаційному аналізі та моделюванні. Необхідні геопросторові дані для виконання дипломного проектування у вигляді шейп-файлів були надані Тов організацією "Геоматичні рішення". Дані подані в місцевій системі координат міста Київ.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ, СУЧАСНОГО СТАНУ І ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ТА БАЗ ДАНИХ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ**

### **1.1 Аналіз предметної сфери та сучасного стану та тенденцій у галузі моніторингу будівель та споруд**

Формування концепції моніторингу залежить від розуміння ролі людини, суспільства та створених ними систем у житті природи. Виникають питання: що саме слід моніторити (природні, технічні, соціальні системи), як організувати цей процес (територіально чи галузеве), чи реально створити таку систему технічно, юридично та морально, і як впливати на управлінські рішення щодо взаємодії суспільства з природою.

Ідеальна модель моніторингу має бути глобальною, багаторівневою, з єдиними центрами управління, аналізу та прийняття рішень. Така система може функціонувати за аналогією з міжнародними організаціями (ООН, ЄС тощо), але починати її треба з національних рівнів. Вона має стати ключовим інструментом контролю, як податкова служба чи статистика в державі.

Світ існував до людини, розвиваючись за власними законами, але людська діяльність порушила цю рівновагу. Моніторинг виник як спосіб запобігти кризам, які загрожують суспільству через руйнування екології. Його створення — об'єктивна необхідність, але для цього потрібно розробити чіткі правила взаємодії з природою.

Моніторинг має базуватися на дуалізмі природних і соціальних систем, які ієрархічно організовані — від космосу до молекулярного рівня. Він повинен відображати цю структуру, бути поліцентричним і адаптованим до самоорганізації систем. Остання є ключовою для їх функціонування, яке проявляється через обмін речовиною та енергією. Саме на ці процеси мають спрямовуватися основні аналітичні зусилля.

Людина поки не може повністю змоделювати функціонування геосистем, але спрощені моделі допомагають у моніторингу. Важливо виявляти не лише флуктуаційні, а й тенденційні зміни, що ведуть до трансформації систем. Також слід враховувати часову специфіку їх функціонування, оскільки всі процеси циклічні й залежать від зовнішніх умов.

Стани геосистем змінюються під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, мають різну тривалість (добові, сезонні, багаторічні) і підпорядковані ймовірнісним

закономірностям. Домінантні стани, які повторюються найчастіше, мають стати основою для визначення періодичності моніторингових досліджень. [1]

Системи моніторингу у всьому світі можна умовно поділити на два типи за підходами до їх реалізації. Перший – «екологічний». Є значно старішим і бере початок від спостережень за погодою і накопичення даних у вигляді списків, каталогів, звітів, пізніше – баз даних. Другий – «геоінформаційний». Розвинувся із становленням ГІС технологій. У розвинутих країнах світу створені геопортали національної структури геопросторових даних. Дані екологічного моніторингу там зберігаються у вигляді тематичних наборів даних і завжди мають просторову прив'язку.

## **1.2. Визначення будівель та споруд як базових геопросторових даних**

З найдавніших часів людина прагнула не лише знайти своє місце в навколишньому світі, але й захистити його. Результатом цього стало виникнення будівель і споруд. Спочатку для їх зведення використовували примітивні матеріали, а сьогодні — сучасні технології, які прискорюють будівництво та зменшують вплив на довкілля.

Хоча поняття "будівля" та "споруда" часто вживаються як синоніми, вони мають свої відмінності. Їхні визначення чітко описані з "Державним класифікатором будівель та споруд".

Споруди — це будівельні системи, пов'язані з землею, які створені з будівельних матеріалів, напівфабрикатів, устаткування та обладнання в результаті виконання різних будівельно-монтажних робіт (рис.1.1).

Будівлі — це споруди, що складаються з несучих та огорожувальних або сполучених (несучо-огорожувальних) конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для проживання або перебування людей, розміщення устаткування, тварин, рослин, а також предметів. Поверховість не обмежена: вони можуть бути як невеликими (котедж, дача), так і гігантськими (хмарочоси, висотки). Його найважливіший атрибут — капітальність, тобто тривала експлуатація.

До будівель відносяться: житлові будинки, гуртожитки, готелі, ресторани, торговельні будівлі, промислові будівлі, вокзали, будівлі для публічних виступів, для медичних закладів та закладів освіти тощо.

Інженерні споруди — це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні системи, що складаються з несучих та в окремих випадках огорожувальних конструкцій і призначені для виконання виробничих процесів різних видів, розміщення устаткування, матеріалів та виробів, для тимчасового перебування і пересування людей, транспортних засобів, вантажів, переміщення рідких та газоподібних продуктів тощо. Інженерні споруди класифікуються в основному за інженерним задумом, що визначається цільовим призначенням об'єкта.

До інженерних споруд відносяться: транспортні споруди (залізниці, шосейні дороги, злітно-посадкові смуги, мости, естакади тощо), трубопроводи та комунікації, дамби, комплексні промислові споруди, спортивні та розважальні споруди тощо [16].

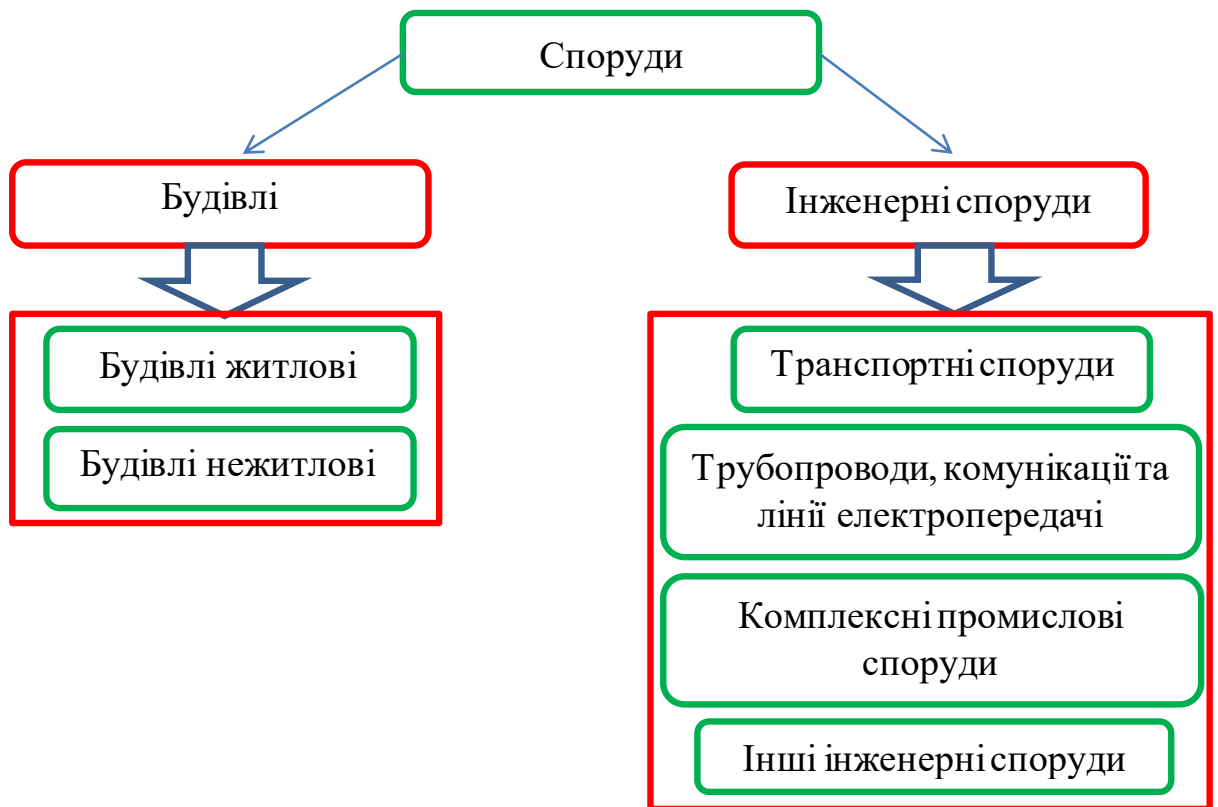


Рис.1.1. Класифікація будівель та споруд за Державним класифікатором будівель та споруд

За функціональним призначенням будівлі підрозділяються на дві групи: цивільні й виробничі (рис.1.2). До цивільних відносяться будівлі, призначені для обслуговування побутових, комунальних і суспільних потреб людей. У цю групу входять житлові й громадські будівлі. В свою чергу виробничі будівлі поділяються на промислові й сільськогосподарські. Промислові — це будівлі, в яких виконуються різні виробничі процеси, пов'язані з виробництвом сировини, її обробкою та

виготовленням продукції. До промислових будівель близькі за характером і призначенням сільськогосподарські будівлі. Сільськогосподарські будівлі та споруди призначаються для різних галузей сільськогосподарського виробництва [23].

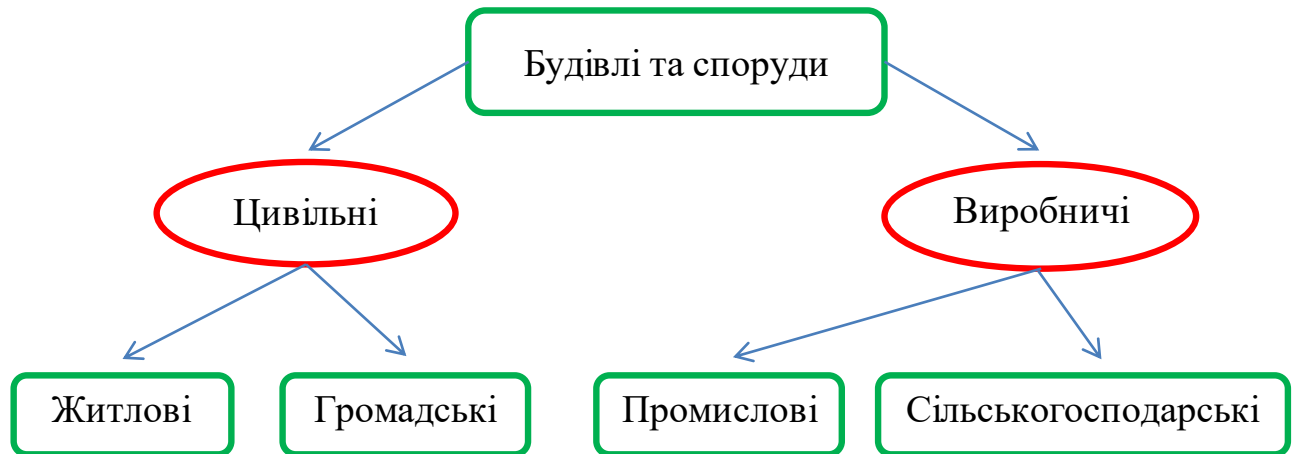


Рис.1.2. Класифікація будівель та споруд за функціональним призначенням

У юридичній літературі терміни "будівля" та "споруда" часто вживаються як синоніми, але між ними є різниця. Будівля зазвичай має надземну частину та окремі приміщення, призначені для проживання, роботи, навчання чи іншої діяльності. Споруда — це будь-який створений людиною об'єкт, який може не мати надземної частини (наприклад, бункер, тунель чи колона).

Головні відмінності:

1. Обсяг понять – споруда є ширшим терміном і включає будівлі.
2. Призначення – будівлі призначені для перебування людей, а споруди виконують технічні, транспортні чи інші функції.
3. Конструкція – будівля завжди має приміщення та архітектурну завершеність, тоді як споруда може бути простою конструкцією.
4. Розташування – будівля завжди має надземну частину, а споруда може бути повністю підземною.

Таким чином, будівлі — це лише частина споруд, які мають більш спеціалізоване призначення.[45].

Базові набори геоданих — загальногеографічні та інші просторові дані, що широко використовуються. В певному наближенні базовий набір геоданих можна назвати цифровою картографічною основою [24].

Базові геопросторові дані — сукупність загальнодоступних стандартизованих геопросторових даних як уніфікованої основи для інтегрування та спільного використання в геоінформаційних системах геопросторових даних. Базові

геопросторові дані не повинні містити відомостей, що становлять державну таємницю, а також іншу інформацію, доступ до якої обмежено відповідно до законодавства [43].

Відповідно до проекту Закону України "Про Національну інфраструктуру геопросторових даних" від 10.11.2016 склад базових геопросторових даних визначається у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України та повинен включати відомості про 16 складових, однією з яких є відомості про будівлі та споруди.

Згідно з специфікацією INSPIRE геопросторові дані про будівлі поділяються за ступенем деталізації, як в геометрії, так і в семантиці на 2D та 3D. 2D дані являють собою планове положення будівлі з координатами X, Y та додатковими тематичними атрибутами (конструкційний матеріал, загальна площа або вартість, підключення до інженерних мереж, ...), класами (будівельні одиниці, установки, інші конструкції) і посиланнями на інші дані (наприклад, кадастрові дані та адресу). 2D дані використовуються для топографічних та кадастрових цілей.

3D дані являють собою просторове положення будівлі з координатами X, Y, Z та є продовженням 2D даних для забезпечення 3D уявлень на різних рівнях деталізації. Ці дані включають в себе можливість представляти багато будівельних компонентів, такі як кордони будівлі (стіни, дах ...), прорізи (двері, вікна), планування (кімнати, внутрішні установки) і текстури, пов'язані з основними типами об'єктів. Вони також містять всю семантичну інформацію розширеного профілю 2D. 3D дані використовуються, щоб надати більш детальну інформацію про будівлі і пов'язані з ними об'єкти у вигляді об'ємних уявлень з метою забезпечення візуалізації поточного стану населених пунктів, а також для планування забудови, процесів урбанізації та покращення інфраструктури міста.

Дані про будівлі та споруди є ключовою темою для дослідження навколишнього середовища. З одного боку, будівлі є місця, де люди живуть, працюють і проводять більшу частину свого часу, де вони повинні бути забезпечені якісним середовищем проживання і захистом від ризиків (повінь, пожежа, землетрус, ...) і від забруднення (шум, забруднення повітря, ...). Будинки, можливо, заслуговують захист через їх історичний або архітектурний інтерес. З іншого боку, будівля і її мешканці споживають природні ресурси (опалення, земля, транспорт, будівельні матеріали) і існує явна необхідність забезпечення управління процесами урбанізації. Крім того, дані про будівлі є частиною довідкової інформації, яка потрібна в

інфраструктурі просторових даних для опису ландшафту і для багатьох картографічних і комунікаційних додатків. Зокрема, деякі конкретні будівлі і споруди є цінними орієнтирами для мандрівників [3].

### **1.3. Аналіз нормативно-методичного забезпечення будівель та споруд**

Основне нормативно-методичне забезпечення будівель та споруд можна умовно розділити на дві групи: забезпечення, яке використовується безпосередньо при проектуванні та реалізації БГД будівель та споруд та забезпечення, яке буде застосовуватися при використанні створеної БГД.

Основними законодавчими актами для проектування бази геопросторових даних будівель та споруд є Державний класифікатор будівель та споруд (ДК БС) ДК 018-2000, "Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування", затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 4 вересня 2013р. №661; і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України); Розпорядження КМУ від 21 листопада 2007р. №1021-р "Про схвалення Концепції проекту Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" (Із змінами, внесеними згідно з Розпорядженням КМУ №464-р від 26.06.2013); міжнародні стандарти серії ISO 19100 "Географічна інформація/Геоматика"; специфікації D2.8.III.2 INSPIRE Data Specification on Buildings – Technical Guidelines та ELF Data Specification.

Державний класифікатор будівель та споруд (ДК БС) є складовою частиною Державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. Класифікатор розроблено відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 27.06.1998 р. №971 "Про програму реформування державної статистики на період до 2002 року".

ДК БС призначено для використання органами центральної та місцевої виконавчої та законодавчої влади, фінансовими службами, органами статистики та всіма суб'єктами господарювання (юридичними та фізичними особами) в Україні [16].

"Основними положеннями створення топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500" визначено призначення топографічних планів, проекцію, систему координат і висот, розграфку, номенклатуру, зміст, точність, геодезичну основу топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. [37].

Застосування геоінформаційних систем в завданнях створення і розвитку геопросторових даних відноситься до найперспективніших напрямів розвитку новітніх технологій, що створюються на основі розвитку інфраструктури геопросторових даних на основі міжнародних стандартів серії ISO 19100 "Географічна інформація/Геоматика" та специфікацій INSPIRE, зокрема специфікації D2.8.III.2 INSPIRE Data Specification on Buildings – Technical Guidelines. Цей документ являє собою просторову специфікацію для європейських даних, що відносяться до теми "Будівлі". Цей документ в основному зосереджений на фізичному описі реальних об'єктів, які розглядаються в якості конструкцій [3].

Найбільш поширеними законодавчими актами, якими будуть керуватися різні органи, підрозділи та служби при використанні БГД будівель та споруд є Закони України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" №353-XIV від 23.12.1998р., "Про основи містобудування" №2781-XII від 16.11.1992р., "Про регулювання містобудівної діяльності" №3038-VI від 17.02.2011р., "Про архітектурну діяльність" №687-XIV від 20.05.1999р., Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 №548 "Про затвердження Порядку проведення експертизи містобудівної документації", Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011р. №559 "Про містобудівний кадастр", державні будівельні норми та інша нормативна документація визначена діючим законодавством.[22].

Закон України "Про архітектурну діяльність" визначає правові та організаційні засади здійснення архітектурної діяльності і спрямований на формування сприятливого життєвого середовища, досягнення естетичної виразності, економічної доцільності і надійності будинків, споруд та їх комплексів [18].

Постанова КМУ "Про містобудівний кадастр" визначає структуру містобудівного кадастру, порядок його створення, ведення та надання інформації з містобудівного кадастру. В систему містобудівного кадастру вводяться відомості про будинки і споруди, їх правовий режим, технічний стан, архітектурну та історико-культурну цінність на підставі топографічних карт і планів, даних технічної інвентаризації та проектних рішень таких об'єктів [42].

ДБН В.1.2-14-2009 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ" встановлює загальні принципи забезпечення надійності і конструктивної безпеки будівель і споруд, будівельних конструкцій та основ на основі регулювання надійності їх складових частин. Дані норми призначені для використання в якості

керівного документа при розробленні будівельних норм, стандартів і інших документів (технічних умов, технічних регламентів) з проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів та їх складових частин. [48].

Наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства №76 від 17.05.2005р. "Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій". Ці Правила визначають порядок надання послуг з утримання будинків і прибудинкових територій [32]:

- забезпечення нормального функціонування жилих будівель та прибудинкових територій протягом усього періоду їх використання за призначенням;
- проведення єдиної технічної політики в житловій сфері, що забезпечує виконання вимог чинних нормативів з утримання, поточного і капітального ремонту та реконструкції жилих будинків та прибудинкових територій.

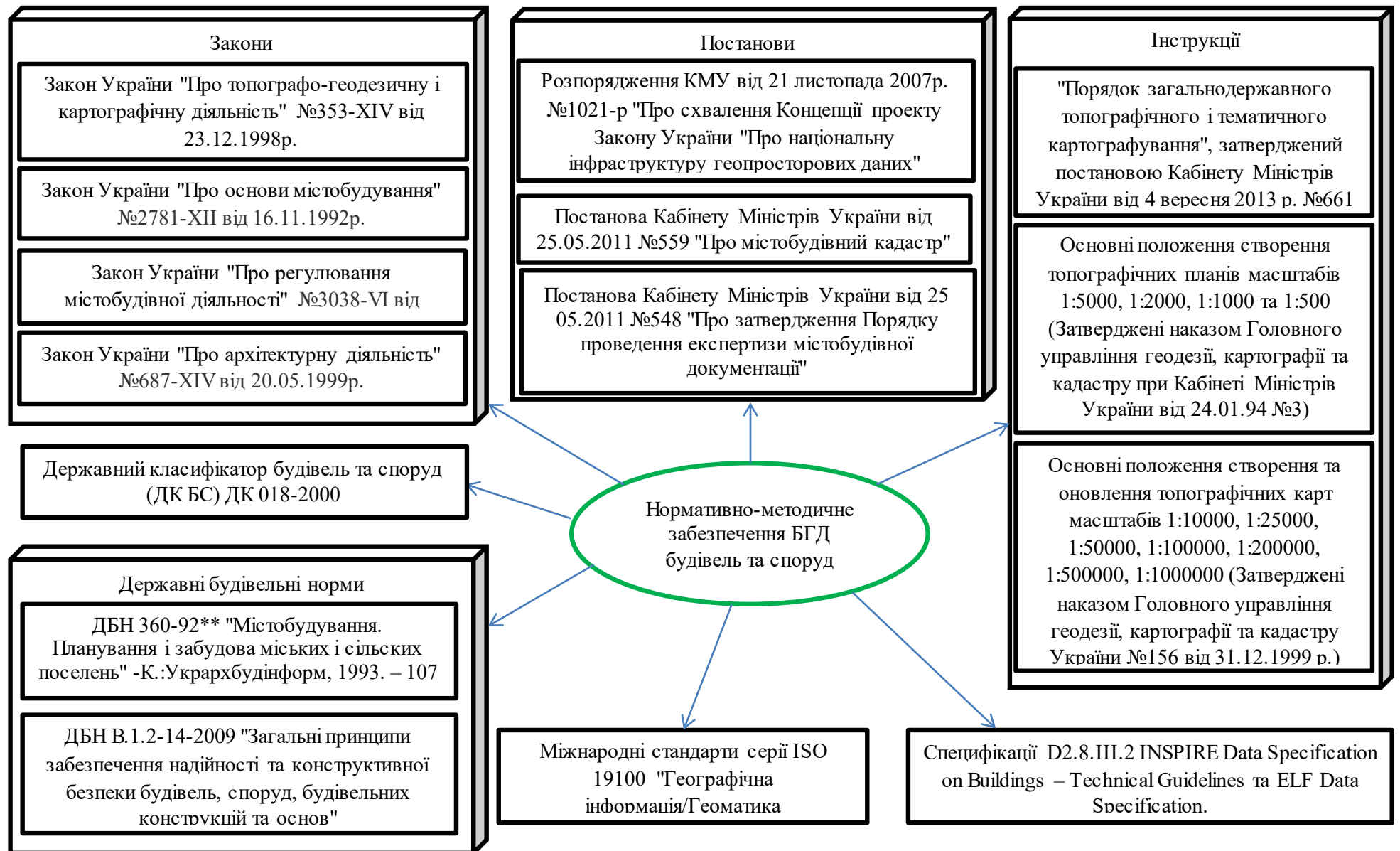


Рис.1.3. Нормативно-методичне забезпечення БГД будівель та споруд

#### 1.4. Стан інформатизації будівель і споруд в Україні

Провідною ознакою інформаційного суспільства є інформатизація. Сутність поняття "інформатизація" розкривається у ст.1 Закону України "Про національну програму інформатизації" № 74/98-ВР від 04.02.1998р. [19].

Інформатизація — це сукупність взаємопов'язаних організаційних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних, виробничих процесів, спрямованих на створення умов для задоволення інформаційних потреб, реалізації прав громадян і суспільства на основі створення, розвитку, використання інформаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційних технологій, що ґрунтуються на застосуванні сучасної обчислювальної та комунікаційної техніки.

Як показує досвід інших країн, інформатизація сприяє забезпеченню національних інтересів, поліпшенню керованості економікою, розвитку наукомістких виробництв та високих технологій, зростанню продуктивності праці, вдосконаленню соціально-економічних відносин, збагаченню духовного життя та подальшій демократизації суспільства [50].

Будь-які виробничі, громадські, складські об'єкти, інженерні споруди та комунікації потребують регулярної паспортизації та технічного обстеження для підтримки їх надійності та безпеки експлуатації. Ці роботи проводяться за участю спеціалізованих науково-дослідних і проектних організацій. Саме результати таких обстежень стають основним джерелом достовірної інформації про технічний стан будівель і споруд.

Сучасний стан інформатизації будівель і споруд в Україні значно погіршився починаючи з 2015 року, оскільки з 1 січня 2015 року, згідно з наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 14.07.2014 р. № 193/507, втратив чинність наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України та Державного комітету України по нагляду за охороною праці "Про заходи щодо виконання постанови Кабінету Міністрів України від 05.05.97 № 409 "Про забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж" від 27.11.1997 № 32/288. Як наслідок втратив чинність пакет нормативних та розпорядчих документів з питань обстеження та паспортизації будівель і споруд з метою забезпечення їх надійної експлуатації, зокрема такі:

- Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд (НПАОП 45.2-1.01-98);

- Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд (НПАОП 45.2-4.01-98);

- Положення про спеціалізовані організації з проведення обстежень та паспортизації існуючих будівель і споруд з метою забезпечення їх надійності й безпечної експлуатації (НПАОП 45.2-4.02-98);

- Положення про головну організацію з координації дій, підготовки нормативних документів і з питань обстежень та паспортизації будівель і споруд з метою забезпечення їх надійності й безпечної експлуатації (НПАОП 45.2-4.03-98);

- Структура реєстру аварійно небезпечних виробничих будівель та споруд.

Таке рішення зумовлено тим, що згідно ст.39 Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності" власники або управителі об'єктів будівництва забезпечують поточний огляд і періодичне обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів протягом усього періоду їх існування та несуть відповідальність за їх експлуатацію. Порядок обстеження та паспортизації встановлюється Кабміном [21].

Зважаючи на відсутність чинної нормативної бази з питань проведення обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації будівель і споруд виробничого призначення до прийняття Урядом відповідної постанови можливо користуватися НПАОП 45.2-1.01-98 "Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд" та НПАОП 45.2-4.01-98 "Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд" у частині технічних вимог лише як довідковим документом.

Спеціалізовані організації проводять паспортизацію будівель за рахунок власника, фіксуючи результати у паспорті з п'ятьма обов'язковими додатками. Документ, підписаний обома сторонами, складається у двох примірниках - для власника та виконавця, та оформлюється після введення об'єкта в експлуатацію чи капремонт. На відміну від технічного обстеження, паспортизація обмежується фіксацією основних параметрів будівлі (конструктивні особливості, інженерні системи, виявлені дефекти) без детальних креслень, розрахунків міцності чи конкретних рекомендацій щодо усунення недоліків.

Технічне обстеження - більш глибокий процес, що передбачає оцінку несучої здатності конструкцій, їх експлуатаційної придатності, а також розробку оптимальних рішень для подальшого використання чи реконструкції об'єкта з мінімальними витратами.

Базою для технічного обстеження була постанова Кабміну від 05.05.1997 № 409 "Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж". На основі цієї постанови було розроблено "Нормативні документи з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд", затверджені спільним наказом Держбуду та Держнаглядохоронпраці від 27.11.1997 за № 32/288 та від 30.03.1998 за № 62/48, зареєстровані в Мін'юсті 06.07.1998 за №№ 423/2863–426/2866.

З урахуванням нових державних будівельних норм у 2014 р. внесено зміни в зазначені Нормативні документи та підготовлено наступні проекти: ДБН В.3.1-XX:201X "Підтримання експлуатаційної придатності будівель та споруд. Основні положення", ДСТУ-Н Б В.3.1-XX:201X "Обстеження і паспортизація технічного стану будівель та споруд", які затвердять найближчим часом.

Нові ДБН збільшили міжконтрольні терміни технічного обстеження будівель на 20-30%. Ключовим фактором визначення періодичності перевірок є наявність на підприємстві власної служби моніторингу, яка оперативно виявляє дефекти конструкцій.

Для об'єктів, розташованих у зонах підвищеного ризику (геопатогенні зони, просадні ґрунти, зсувні території, ділянки з динамічними навантаженнями), встановлюється посилений режим оглядів. Окрему увагу приділяють будівлям з агресивним внутрішнім середовищем. [30]

Прототип системи НІГД створюється для території 10-12 км<sup>2</sup>. Наразі проект розвивається за планом: вже проведено аерофотозйомку, визначено базовий набір даних (адміністративні межі, рельєф, гідрографія, населені пункти, будівлі, транспортні мережі, комунікації, рослинність, ґрунти, кадастрові дані та геодезична інформація) та їх джерела. Японська сторона готує тендер на закупівлю обладнання для прототипу, з подальшою можливістю масштабування системи на всю Україну [44].

### **1.5. Обґрунтування завдання дипломного проекту**

Управління інфраструктурою національного музею — це складний процес, що вимагає наявності достовірних даних про поточний стан справ, ефективних механізмів їх оброблення та чіткої взаємодії різних підрозділів та служб населеного пункту. Тому необхідною умовою ефективного управління навіть невеликим містом є створення сучасних інформаційних систем, розробка ефективних механізмів збору,

опрацювання та видачі інформації, процедур та технічних засобів обміну даними між підрозділами та структурами органів місцевої влади та управління.

Запланована база геопросторових даних (БГД) будівель та споруд може функціонувати як окремий спеціалізований ресурс або як складова ГІС-системи, інтегруючись з містобудівним кадастром та іншими базами даних. Найбільш ефективним є її використання у складі ГІС, що дозволить розширити функціональні можливості та підвищити продуктивність роботи.

Ключовою перевагою такого рішення є можливість зв'язку БГД з файловим сховищем ГІС, де зберігатиметься додаткова інформація: електронні копії документів, схеми, фото- та відеоматеріали.

Основні завдання БГД:

- централізоване накопичення різнотипних даних про будівлі та споруди на єдиній цифровій основі;
- забезпечення ефективної взаємодії між структурними підрозділами місцевих органів влади (ЖКГ, архітектура, БП тощо);
- надання зручних інструментів для візуалізації та аналізу накопиченої інформації.

Система покликана оптимізувати роботу установ, які у своїй діяльності використовують дані про будівлі та споруди.

Ця система покликана оптимізувати роботу організацій, що працюють з даними про будівлі та споруди. Вона вирішує такі ключові завдання:

1. Підтримка актуальних планово-картографічних матеріалів (архітектурні плани, комунальні схеми, плани евакуації)
2. Управління містобудуванням та комунальним господарством
3. Автоматизований облік робіт, власників та фінансових операцій
4. Генерація документів (договори, реєстраційні акти, звіти)
5. Усунення розбіжностей між різними відомствами
6. Контроль будівельної діяльності

Як частина ГІС система дозволяє:

- Візуалізувати міську інфраструктуру
- Виявляти проблемні питання
- Приймати обґрунтовані управлінські рішення
- Моделювати наслідки надзвичайних ситуацій
- Вести моніторинг міського розвитку

Система забезпечує прозорість інвестиційних процесів і раціональне використання ресурсів. Вона функціонує на центральному сервері адміністрації з доступом для всіх зацікавлених служб через віддалені робочі місця.

Основні користувачі системи:

- Органи місцевого самоврядування
- Комунальні служби
- Надзвичайні служби
- Відділи охорони культурної спадщини
- Економічні підрозділи
- Громадяни та бізнес-структури

Система забезпечує комплексний підхід до управління міською інфраструктурою та сприяє ефективному розвитку населених пунктів.

Дослідну реалізацію бази геопросторових даних будівель та споруд буде здійснено на прикладі м.Києва в середовищі ArcGIS

Необхідні геопросторові дані для виконання дипломного проектування у вигляді шейп-файлів було надано ТОВ організацією «Геоматичні рішення» Дані подані в місцевій системі координат міста Київ. Звичайно доцільно використовувати систему координат УСК-2000, проте для нашого завдання це не принципово.

Вихідні дані охоплюють територію міста Києва, топографічні плани об'єкту , ортофотоплани, креслення статистичні дані дослідження за осадками

## **РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

### **2.1. Структурна, технологічна, структурно-функціональна моделі БГД ГІС моніторингу**

Для ефективного функціонування системи екологічного моніторингу рекомендується використовувати комбінацію баз даних для зберігання та обробки інформації та геоінформаційних систем для просторового аналізу та моделювання.

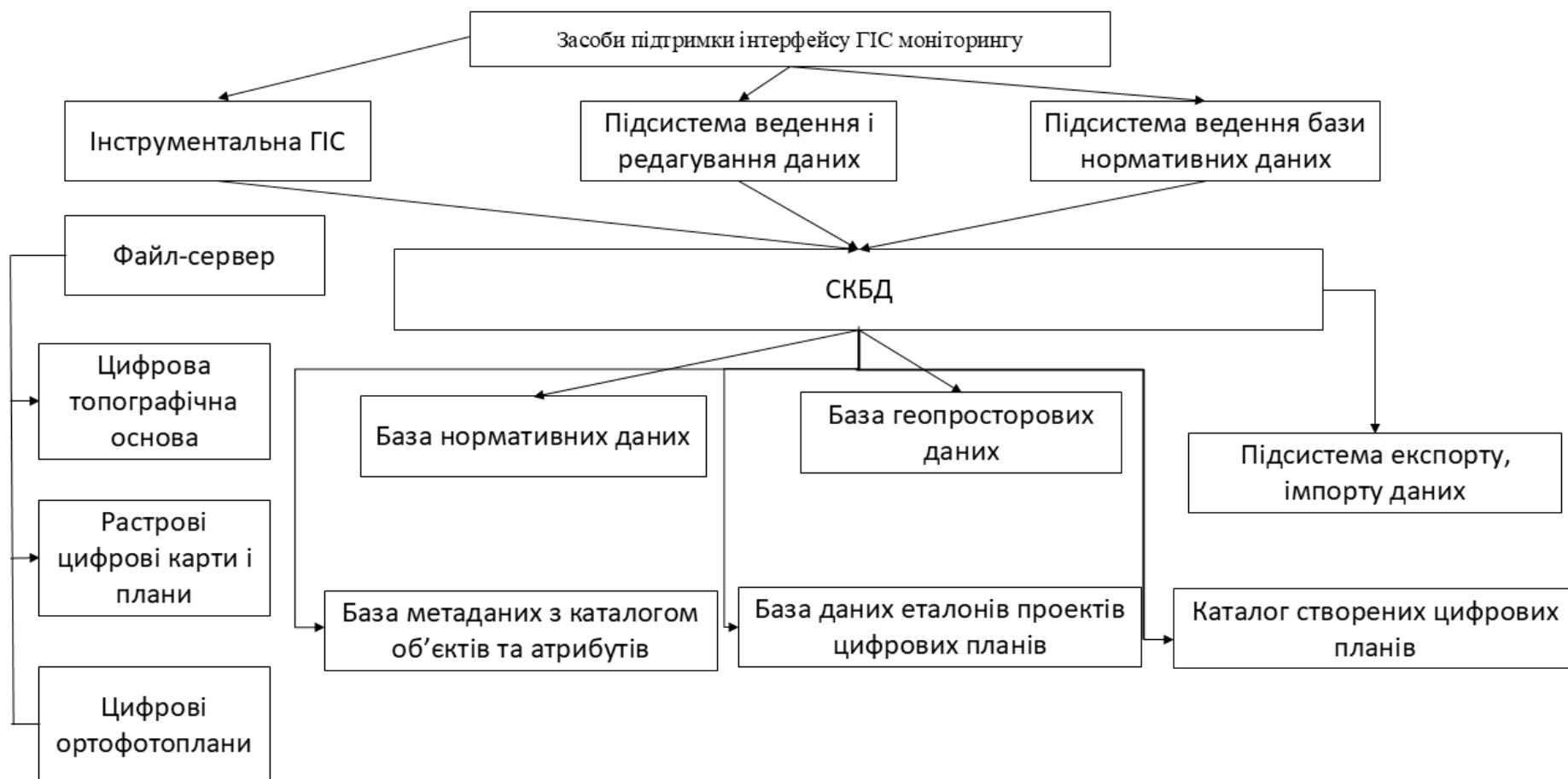
База даних - це організована структура, яка містить дані, їх опис та засоби обробки, що відповідає стандарту ISO/IEC 2382:2015. Вона може включати різні об'єкти: таблиці, схеми, подання тощо. Хоча базою даних можна назвати навіть паперову картотеку, сучасне поняття передбачає використання інформаційних систем. [12]

Для аналізу екологічних даних застосовують:

- метод аналогій (порівняння з типовою моделлю)
- емпіричне узагальнення (вивчення зв'язків між процесами)
- моделювання (створення фізичних, математичних чи цифрових моделей) [11]

Геоінформаційна система (ГІС) - це сучасний інструмент, який поєднує просторові дані (карти, знімки) з атрибутивною інформацією (статистика, економічні показники). Вона дозволяє зберігати, аналізувати та візуалізувати географічні дані. [13]

Такий підхід забезпечує комплексну обробку екологічної інформації для прийняття обґрунтованих рішень.



Структурно-функціональна модель ГІС моніторингу

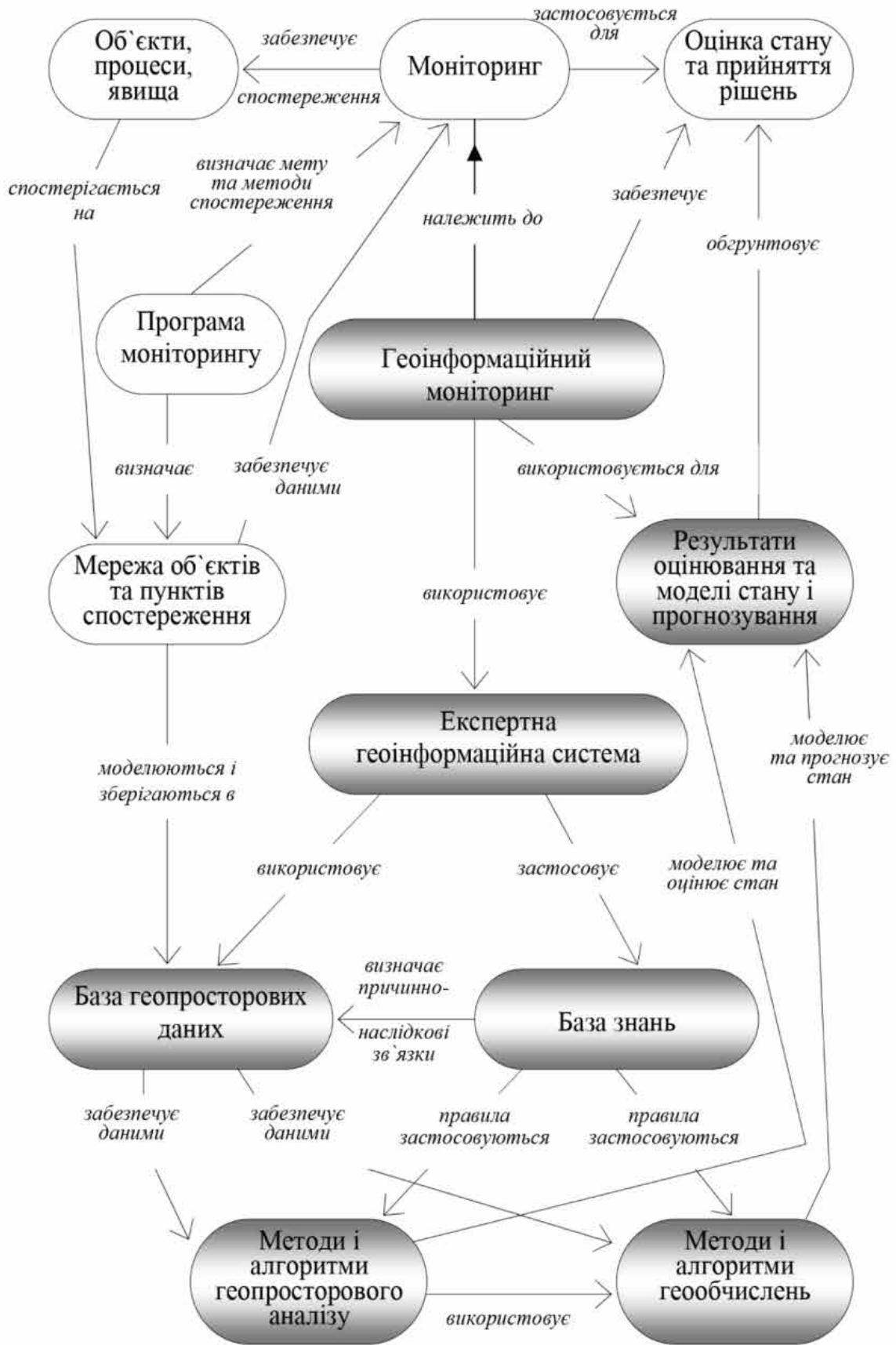


Рис. 2.1. Узагальнена онтологія геоінформаційного моніторингу

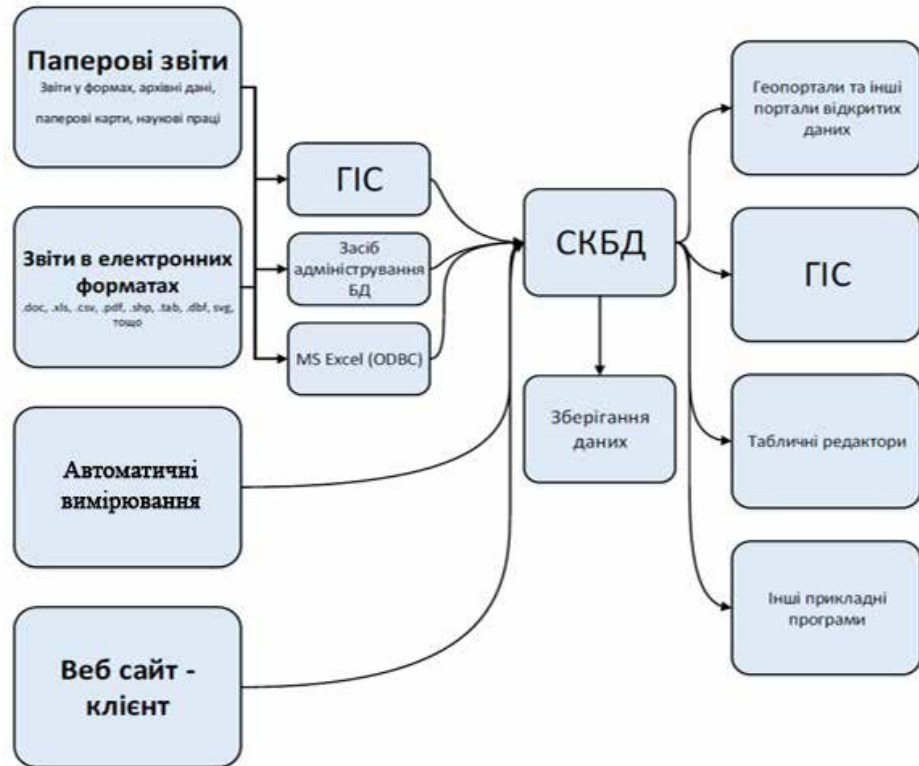


Рис.2.2. Загальна технологічна схема використання системи моніторингу



Рис. 2.3. Структурно-функціональна модель системи моніторингу

Проектування БД – це процес моделювання або абстрагування реального світу у певну структуру, яка найкраще відповідає цілям бази даних. Цільове призначення бази даних визначає структуру даних, тому детальне розуміння, для чого база даних буде використовуватися, є передумовою створення придатної та ефективної моделі бази даних.

Проектування БД можна порівняти зі зведенням нової будівлі: визначення вимог, проектування, конструювання і, нарешті, реалізація. Життєвий цикл системи баз даних є концепцією, в межах якої корисно й зручно розглядати розвиток такої системи. Він, як і життєвий цикл будь-якої програмної системи, складається з двох основних фаз: проектування та реалізації.

До методології проектування баз даних висуваються певні вимоги. Прийнятною вважається база даних, яка відповідає вимогам користувачів (ефективність, адаптивність, незалежність, захищеність, цілісність тощо) і вимогам до апаратного забезпечення. Методологія повинна бути достатньо гнучкою, доступною розробникам із різним досвідом проектування, що використовують різні моделі даних і різне програмне забезпечення СКБД.

Процес проектування добре структурований, оскільки кожний його етап завершується певним результатом, а також тому, що допускається ітераційне повторення попередніх етапів, якщо отриманий результат не відповідає вимогам замовника або системним вимогам. Це дає можливість переглядати й змінювати проектні рішення на будь-якому етапі [38].

Бази геопросторових даних проектуються в три етапи:

1. Концептуальний.
2. Логічний.
3. Фізичний.

На першому етапі відбувається визначення і опис досліджуваних об'єктів чи явищ, визначаються їх типи в базі даних, встановлюється між ними взаємозв'язки і обмеження, тобто подробиці проектування лишаються за межами фактичної реалізації системи. Від повноти та якості побудови концептуальної моделі залежить подальше проектування, реалізація та експлуатація інформаційної системи і, як наслідок, якість вирішення завдань для яких її створюють.

На логічному етапі концептуальна модель даних реалізується в будь-яких системах керування базами даних (СКБД). Прикладами моделей реалізації є ієрархічна, мережна і реляційна. Остання – одна з найбільш популярних і

найпоширеніших в сучасних базах даних, тому що в цій моделі типи даних, зв'язки і обмеження моделюються як відношення.

Третій етап – фізичне моделювання, яке передбачає фактичну комп'ютерну реалізацію бази геопросторових даних [28].

В даній бакалаврській дипломній роботі для проектування моделей БГД застосований об'єктно-орієнтований підхід із застосуванням уніфікованої мови моделювання UML.

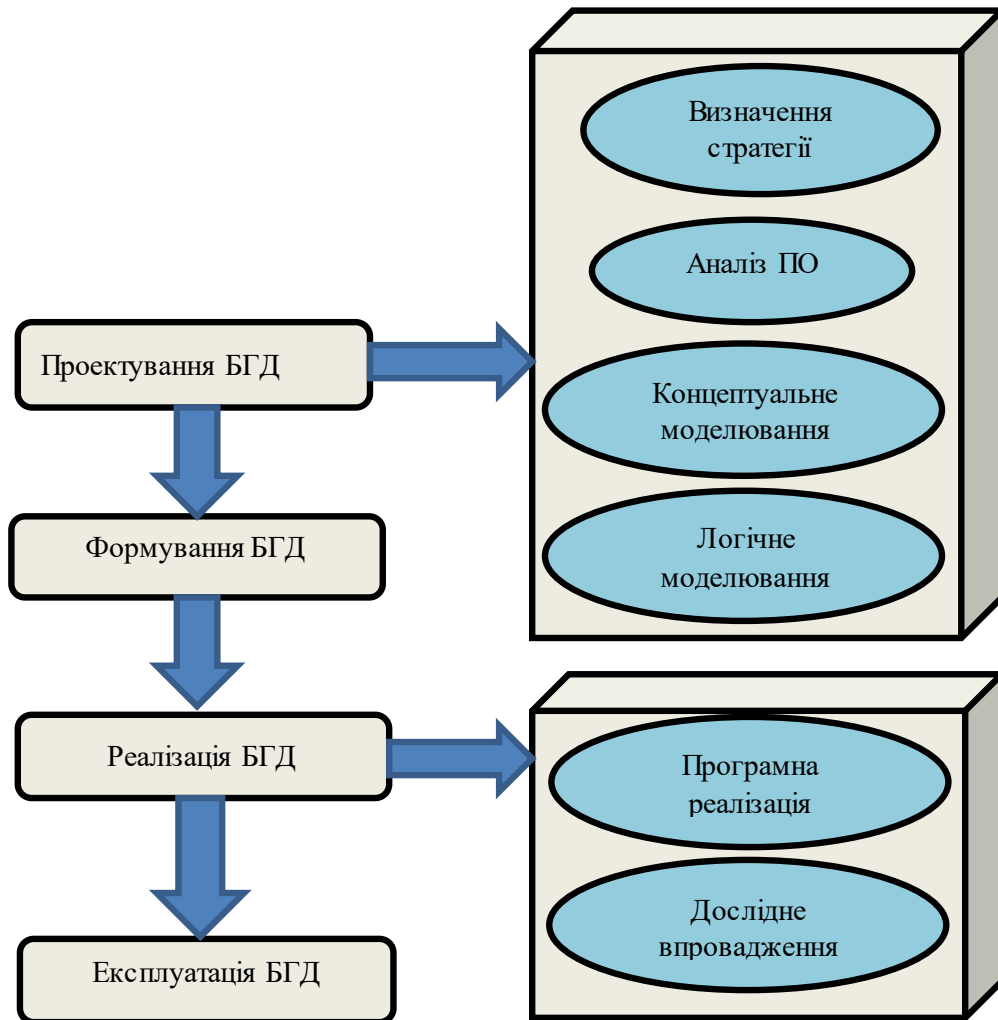


Рис.2.4. Процес створення БГД

## 2.1. Концептуальна модель бази геопросторових даних

Концептуальне проектування — це процес створення моделі використовуваної інформації, що не залежить від будь-яких фізичних аспектів її представлення. На цьому етапі виконується сприйняття реальної дійсності, абстрагування, вивчення й опис предметної області.

Етап концептуального моделювання полягає в побудові опису предметної області в термінах формальної мови, наприклад у термінах моделі сутностей і

зв'язків. Концептуальна модель є повною сукупністю усіх вимог до даних, отриманих з користувацьких представлень про реальний світ. Вона описує всі елементи даних і зв'язки між ними, а також указує необхідні обмеження для підтримки цілісності даних. Ця модель створюється на основі аналізу інформації, записаної в специфікації користувача, і сформованої в ході підготовки до проектування користувальницької моделі БГД.

Концептуальна модель має виражати ясне розуміння сфери діяльності та функцій, що виконуються. На цьому рівні абстракції модель БГД не залежить від комп'ютерного устаткування та програмного забезпечення, які мають бути визначені на наступних етапах моделювання, тобто концептуальна модель абсолютно не залежить від логічних і фізичних деталей реалізації БГД [38].

Перейдемо тепер до структури концептуальної моделі. Основними елементами моделі є предмети (сутності), якісні представлення суттєвих властивостей предметів (атрибути) та лінії, що з'єднують їх. Тут лінії — це позначення зв'язків (відносин) між предметами.

Предмет (сутність) являє собою інформаційний об'єкт (особистість, місце, річ, поняття, подія та ін.) та є відображенням об'єктів (сутностей) досліджуваної предметної області в її інформаційну модель [27].

Інший важливий компонент моделі — зв'язки. Зв'язки вказують логічну залежність між даними. Розрізняють наступні види кратності зв'язків:

- один і лише один (1..1);
- нуль або один (0..1);
- нуль або будь-яке позитивне ціле число, нуль або більше (0..\*);
- від одного до будь-якого позитивного цілого числа; один або більше (1..\*).

Зазвичай виділяють два підходи до моделювання на концептуальному рівні: "від предметної області" та "від запиту". Підхід "від предметної області" полягає в тому, що формується позамашичне інформаційне забезпечення всієї предметної області без урахування поточних потреб користувачів і прикладних програм. Вважається, що поточні потреби автоматично будуть враховані при такому підході. Іноді цей підхід називають ще об'єктним.

Перевагами підходу "від предметної області" є об'єктивність, системність при відображенні предметної області і стійкість моделі, можливість реалізації великої кількості прикладних програм і запитів, у тому числі незапланованих при створенні БГД.

При підході "від запиту" основним джерелом інформації про предметну область є вивчення запитів користувачів і потреб прикладних програм. Цей підхід називається функціональним. При такому підході БГД проектується для виконання поточних задач без урахування можливості розширення системи і виникнення нових задач. Функціональний підхід орієнтований на реалізацію поточних вимог користувачів і прикладних програм без урахування перспектив розвитку системи. Проте за такого підходу значно зменшується трудомісткість проектування, а отже, є можливість створити систему з високими експлуатаційними характеристиками.

Однак узятий окремо кожний з цих методів не може дати достатньо інформації для проектування раціональної концептуальної моделі. Тому при проектуванні доцільно спільно використовувати ці два підходи [17].

При побудові концептуальної моделі треба бути впевненим, що модель має всі необхідні дані, а усі дані, що є в моделі, дійсно потрібні. Проте не слід вдаватися до надмірного спрощення. Необхідно мати на увазі не тільки поточні потреби, але й майбутні операції. Тобто в моделі бажано передбачити наступні модифікації та доповнення, що гарантує подальші інвестиції в інформаційні ресурси.

Концептуальна модель є результатом першого етапу складного процесу побудови моделей бази даних. Завершена модель є передумовою продовження процесу проектування моделей на нижчих рівнях. Разом з тим, результат концептуального моделювання має особливе значення, оскільки досить повно відображає предметну область, що моделюється, не залежить від технічних та програмних засобів реалізації БГД та може бути використаний як типовий проект [27].

Запроектована концептуальна модель (рис.2.2) складається з сутностей, їх атрибутів та зв'язків між ними. Загалом модель налічує 12 класів об'єктів та 27 зв'язків, 13 з яких — успадкування, а також вказані 7 класів об'єктів без атрибутивних значень, які будуть просто входити у відповідний клас. Назви класів об'єктів відображені українською мовою для узагальнення змісту інформації, яка буде зазначатися в даних класах. Атрибути об'єктів зазначені на англійській мові, проте є зручними для розуміння при мінімальних знаннях іноземної мови.

Як вже зазначалося, на моделі присутні асоціації у вигляді успадкування. Успадкування — це зв'язок, що є засобом класифікації речей. Існують кілька підкласів (субкласів), що уточнюють визначення надкласу (суперкласу). Об'єкти підкласів успадковують усі властивості та методи надкласів, а також можуть мати

власні додаткові властивості. Успадкування відображається в діаграмі класів за допомогою трикутника, розташованого на лінії зв'язку біля надкласу і вершиною до нього. Також на моделі один тип асоціації відображений у вигляді агрегації, за якого два класи, які беруть участь у зв'язку не є рівнозначними, вони мають зв'язок типу "ціле-частина". Дана асоціація відображена лінією у якої з боку цілої частини намальовано ромб.

Наведемо приклад кратності зв'язку між сутностями "Інформація про будівлі та її одиниці" та "Організації". Кратності зв'язку між даними сутностями були встановлені 1..\* та 1..\*. Дані кратності встановлені з міркувань, що у будь-якому випадку хоча б один будинок обслуговується мінімум однією організацією (наприклад, ЖКГ).

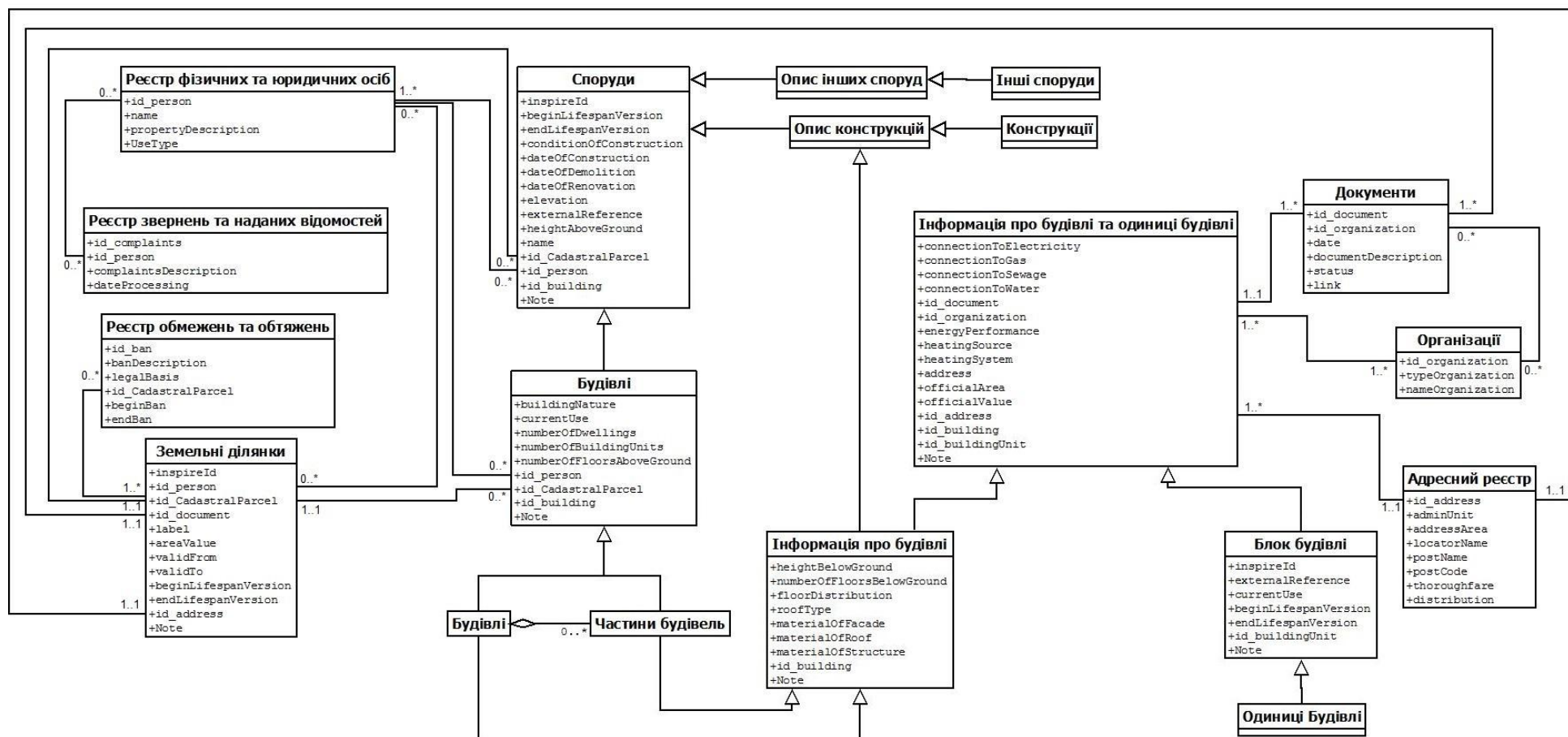


Рис.2.2. Концептуальна модель БГД будівель та споруд

## 2.2. Каталог об'єктів та атрибутів бази геопросторових даних

Каталог об'єктів місцевості описує абстрактні моделі реального світу як визначену систему класифікації об'єктів та явищ, а також забезпечує однозначну інтерпретацію абстрактних моделей комп'ютерними системами та їх користувачами, створює умови для розподіленого виробництва, широкого розповсюдження та використання геопросторових даних.

Об'єкти місцевості подаються в базі топографічних даних у двох рівнях: екземпляри і типи. На рівні екземпляра об'єкт місцевості подається як окреме конкретне явище, що пов'язане з просторовими і часовими координатами та може бути відображене окремим графічним символом на карті. Ці індивідуальні екземпляри об'єктів місцевості об'єднані в класи зі спільними характеристиками, які визначені як типи об'єктів місцевості.

Каталог об'єктів бази топографічних даних містить узагальнений набір визначень для класифікації явищ реального світу і забезпечує спосіб організації даних, придатний для застосування в сфері топографічного картографування та геоінформаційних системах різного призначення, в яких топографічні дані використовуються як основа для створення профільних наборів даних та/або для просторової прив'язки нових об'єктів певної предметної сфери [49].

Основним рівнем класифікації у каталозі об'єктів місцевості є клас об'єкту місцевості (feature type), тобто клас, який полягає у модельному подання об'єктів та явищ реального світу, що характеризується певним місцеположенням на Землі, про які збираються, зберігаються та розповсюджуються дані. Кожен клас об'єкту місцевості ідентифікований назвою та описом на природній мові.

Атрибут об'єкта — характеристика об'єкта, що має назву (ім'я), характеризується типом даних та поєднаною з ним областю допустимих значень (доменом). Код значення атрибуту є унікальним в межах опису атрибуту об'єкта, у якого є список можливих значень.

В каталозі об'єктів БГД класифікуються групи та типи об'єктів місцевості, атрибути об'єктів та їх значення, а також асоціації об'єктів відповідно до загальної принципової схеми каталогу ISO 19110. Опис кожного типу містить UML - схему і таблиці, в яких вказані: назва групи; назва типу об'єкта; ідентифікатор типу об'єкта; код типу об'єкта; визначення типу об'єкта; опис атрибутів об'єкта з їхніми назвами, визначеннями, ідентифікаторами, кодами, типами даних, статусом і доменами значень.

Для кожного атрибуту подаються такі його елементи: ідентифікатор; повна назва; визначення відповідної характеристики об'єкта; тип даних для значення атрибуту; статус атрибуту; код атрибуту; одиниця виміру та домен значень атрибуту.

Каталог об'єктів та атрибутів було складено згідно вимог міжнародного стандарту ISO 19110:2005 "Geographic information – Methodology for feature cataloguing" ("Географічна інформація – Методологія для каталогізації об'єктів") у частині: вимог щодо формування змісту каталогу об'єктів в текстовій формі природною мовою; використання класу об'єкта як основного рівня класифікації; дотримання принципів виділення класів об'єктів місцевості, їхніх основних та неосновних характеристик (атрибутів); дотримання вимог щодо способу формування назв класів об'єктів та їхніх характеристик, а також визначень цих класів і характеристик; дотримання вимог та принципів щодо способу та змісту формального подання класів об'єктів та їхніх атрибутів із зазначенням їх кодів, ідентифікаторів, та доменів значень; дотримання вимог щодо опису відношень між класами об'єктів [15].

При розробленні БГД структуризація географічної інформації була проведена відповідно до [3], оскільки це інструкція щодо створення БГД будівель та споруд, у якій, зокрема, наведені обов'язкові до застосування об'єкти та їх атрибути. Об'єкти та атрибути, які відсутні у згаданій специфікації, були запроєктовані самостійно з огляду на необхідність їх використання в даній БГД.

Враховуючи, що дослідна реалізація БГД буде виконуватися в програмному забезпеченні ArcGIS, при розробленні каталогу були використанні типи даних, які використовуються у даному ПЗ. Загалом, розроблений у ході виконання бакалаврської роботи каталог налічує 12 класів об'єктів. Приклад каталогу атрибутів об'єкту "Споруди" наведено в таблиці 2.1. Повний каталог об'єктів та атрибутів БГД подано у додатку А.

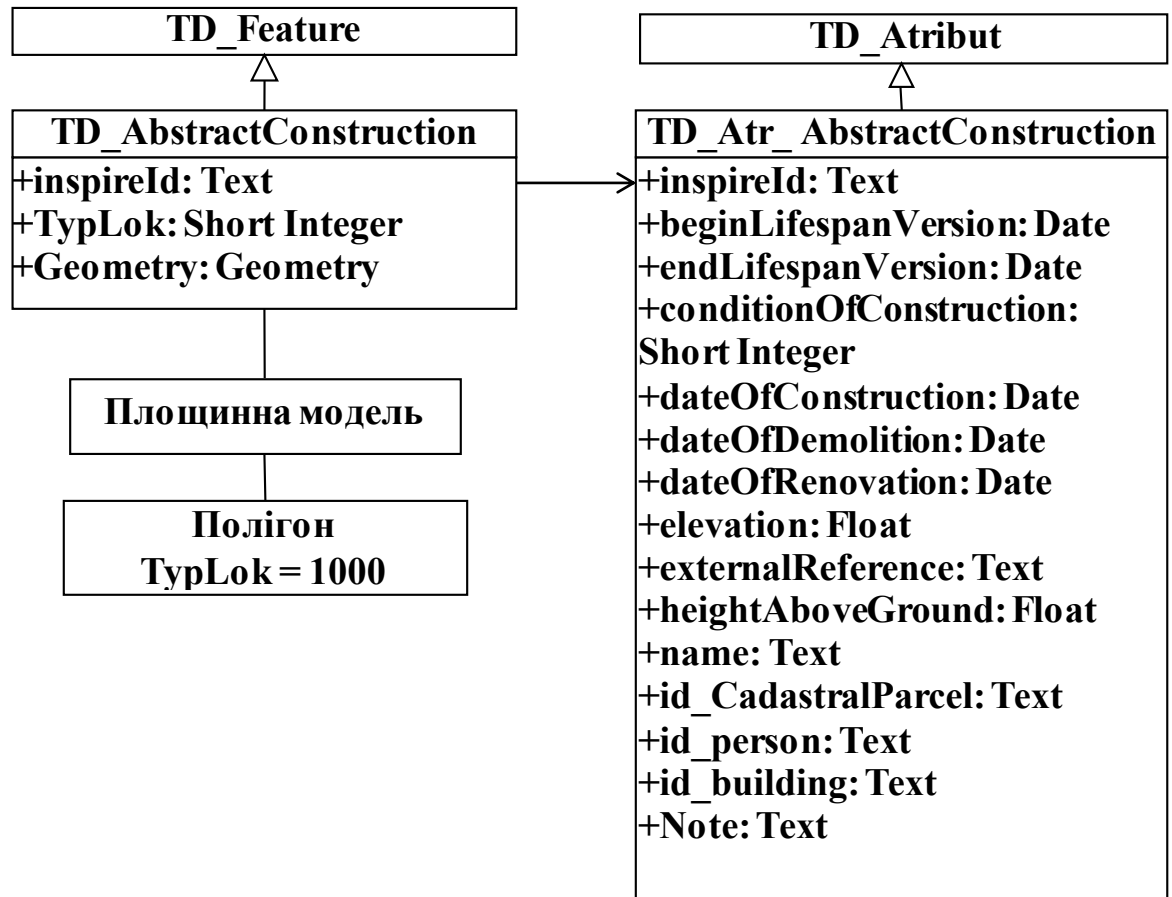
Таблиця 2.1

Приклад каталогу атрибутів об'єкту типу "Споруди"

<b>Назва групи</b>	Будівлі та споруди
<b>Назва типу</b>	Споруди
<b>Ідентифікатор типу</b>	AbstractConstruction
<b>Код типу</b>	50 100 000

**Визначення**

Абстрактний тип просторового об'єкта, що включає в себе семантичні властивості будівель, будівельних конструкцій і деяких додаткових типів просторових об'єктів, які можуть бути додані для того, щоб надати більше інформації про тематичні будівлі

**Опис атрибутів**

<b>inspireId</b>	<b>Зовнішній ідентифікатор просторового об'єкта</b>				
<b>Визначення</b>	Зовнішній ідентифікатор просторового об'єкта представляє собою унікальний ідентифікатор об'єкта, встановлений відповідальним органом, який може бути використаний зовнішніми додатками для посилання на просторовий об'єкт				
<b>Тип даних</b>	Text	<b>Статус</b>	Основний	<b>Код</b>	090801
<b>Домен</b>	16-ти символний ідентифікатор			<b>Одиниця виміру</b>	-
<b>beginLifespanVersion</b>	<b>Початок життєвого циклу споруди</b>				
<b>Визначення</b>	Дата і час, коли дана версія просторового об'єкта була вставлена або змінена в просторовому наборі даних				
<b>Тип даних</b>	Date	<b>Статус</b>	Основний	<b>Код</b>	090802
<b>Домен</b>	Дата			<b>Одиниця виміру</b>	мм/дд/рррр ГГ:ХХ:СС
<b>endLifespanVer</b>	<b>Кінець життєвого циклу споруди</b>				

<b>sion</b>					
<b>Визначення</b>	Дата і час, коли дана версія просторового об'єкта була замінена або видалена в просторовому наборі даних.				
<b>Тип даних</b>	Date	<b>Статус</b>	Неосновний	<b>Код</b>	090803
<b>Домен</b>	Дата			<b>Одиниця виміру</b>	мм/дд/рррр ГГ:ХХ:СС
<b>conditionOfConstruction</b>	<b>Стан споруди</b>				
<b>Визначення</b>	Код стану споруди				
<b>Тип даних</b>	Short Integer	<b>Статус</b>	Основний	<b>Код</b>	090804
<b>Домен</b>	Код стану споруди за класифікатором з кодом 090804			<b>Одиниця виміру</b>	-
<b>dateOfConstruction</b>	<b>Дата будівництва</b>				
<b>Визначення</b>	Дата будівництва споруди				
<b>Тип даних</b>	Date	<b>Статус</b>	Неосновний	<b>Код</b>	090805
<b>Домен</b>	Дата			<b>Одиниця виміру</b>	мм/дд/рррр ГГ:ХХ:СС
<b>dateOfDemolition</b>	<b>Дата знесення</b>				
<b>Визначення</b>	Дата знесення споруди				
<b>Тип даних</b>	Date	<b>Статус</b>	Неосновний	<b>Код</b>	090806
<b>Домен</b>	Дата			<b>Одиниця виміру</b>	мм/дд/рррр ГГ:ХХ:СС
<b>dateOfRenovation</b>	<b>Дата реконструкції</b>				
<b>Визначення</b>	Дата реконструкції споруди				
<b>Тип даних</b>	Date	<b>Статус</b>	Неосновний	<b>Код</b>	090807
<b>Домен</b>	Дата			<b>Одиниця виміру</b>	мм/дд/рррр ГГ:ХХ:СС
<b>elevation</b>	<b>Висота споруди</b>				
<b>Визначення</b>	Вертикально-обмежена розмірна властивість, що складається з абсолютно вимірної величини від певної поверхні, яка приймається за початок відліку (геоїд, рівень води і т.д.).				
<b>Тип даних</b>	Float	<b>Статус</b>	Основний	<b>Код</b>	090808
<b>Домен</b>	0,1<elevation<9999,9			<b>Одиниця виміру</b>	м
<b>externalReference</b>	<b>Зовнішнє посилання</b>				
<b>Визначення</b>	Посилання на зовнішню інформаційної систему, що містить будь-яку частину інформації, що відноситься до просторового об'єкту				

Тип даних	Text	Статус	Неосновний	Код	090809
Домен	0<externalReference<500			Одиниця виміру	-
heightAboveGround	Висота над землею				
Визначення	Висота споруди над поверхнею землі в метрах				
Тип даних	Float	Статус	Основний	Код	090810
Домен	0,1<heightAboveGround<999,9			Одиниця виміру	м
name	Географічна назва				
Визначення	Географічна назва споруди				
Тип даних	Text	Статус	Неосновний	Код	090811
Домен	1<name<100			Одиниця виміру	-
id_CadastralParcel	Номер кадастрової ділянки				
Визначення	Ідентифікатор кадастрової ділянки для посилання на частину інформації про ділянку, на якій розташований просторовий об'єкт				
Тип даних	Text	Статус	Основний	Код	090812
Домен	1<id_CadastralParcel<50			Одиниця виміру	-
id_person	Ідентифікатор особи				
Визначення	Ідентифікатор особи для посилання на частину інформації про власника, користувача або розпорядника просторового об'єкту				
Тип даних	Text	Статус	Основний	Код	090813
Домен	1<id_person<100			Одиниця виміру	-
id_building	Ідентифікатор будівлі				
Визначення	Ідентифікатор будівлі				
Тип даних	Text	Статус	Основний	Код	090814
Домен	1<id_building <50			Одиниця виміру	-
Note	Примітка				
Визначення	Поле для приміток				
Тип даних	Text	Статус	Неосновний	Код	090815
Домен	0<Note<500			Одиниця виміру	-
<b>Класифікатор домену значень атрибуту conditionOfConstruction (Стан споруди). Код класифікатора: 090804</b>					
Назва англійською			Назва українською		Код
declined			погіршена		1

demolished	знесена	2
functional	функціонує	3
projected	проектується	4
ruin	зруйнована	5
under construction	в стадії будівництва	6

### 2.3. Логічна модель бази геопросторових даних

Логічне проектування — процес створення схеми використовуваної інформації з урахуванням обраної моделі організації даних. Логічною схемою називають схему бази даних, яка враховує особливості СКБД в зображенні структури даних та, відповідно, є результатом етапу логічного моделювання. Така схема створюється шляхом відображення концептуальної схеми у певні мовні конструкції та схематичні позначення вибраної СКБД. Логічна схема тому й називається СКБД-залежною. Але СКБД залежність не означає, що логічні схеми залежать від особливостей конкретного комерційного продукту. Зазвичай, цей термін використовується для позначення залежності від певного типу моделі бази даних: реляційної, об'єктно-орієнтованої або об'єктно-реляційної [17].

В даній бакалаврській дипломній роботі для проектування моделей БГД застосований об'єктно-орієнтований підхід із застосуванням уніфікованої мови моделювання UML.

Етап проектування полягає в пошуку і визначенні якнайкращого способу реалізації та виконання вимог, сформульованих на етапі аналізу. При цьому має забезпечуватись належний рівень сервісу в умовах певного технологічного середовища, що відповідає ухваленим рішенням щодо рівня автоматизації.

Ціль етапу — створення логічної моделі даних на рівні моделі записів для досліджуваної частини шляхом уточнення і перетворення концептуальної моделі з урахуванням особливостей обраної організації даних у цільовій СКБД. Під час виконання цього етапу модель сутностей і зв'язків перетворюється на схему бази даних і специфікації зберігання даних на зовнішніх носіях.

Результатом логічного проектування є організація даних, виділених на попередньому етапі проектування у форму, прийняту для моделі організації даних в СКБД обраного типу.

Логічний рівень моделювання є логічною моделлю наочної області, з якої виключена надмірність даних і відображені інформаційні особливості об'єкту

управління. Тобто, логічне подання даних орієнтоване переважно на людину, яка проектує або використовує базу даних [38].

Логічна модель є основним джерелом інформації при реалізації БГД, а також полегшує її експлуатацію і супровід, тому що логічна модель дозволяє наочно представити будь-які внесені в БГД зміни й оцінити їхній вплив на прикладні програми і використання даних.

В логічній моделі об'єкти реального світу було класифіковано у відповідності до міжнародного стандарту ISO 19110:2005 "Географічна інформація — Методологія для каталогізації об'єктів" та згідно запроєктованого каталогу об'єктів та атрибутів.

В розробленій логічній моделі (рис.2.3), так само як і в концептуальній, відображені 12 класів об'єктів та 26 зв'язків, а також 7 класів об'єктів, що входять до відповідних класів. Однак, у відмінності від концептуальної моделі, на логічній моделі назви об'єктів відображені такими, якими вони будуть створені у БГД, а також зазначені типи даних атрибутивних значень у відповідності до запроєктованого каталогу об'єктів та атрибутів.

Ще однією особливістю логічної моделі є зазначення перед назвою класу об'єкта його типу, тобто типу даних, які будуть заноситися до даного класу. У представлений моделі всі дані діляться на два класи: `featureType` і `datatype`. При реалізації моделі клас об'єкту `featureType` у СКБД буде створюватися як просторовий шар з відповідною геометрією, а клас `datatype`, який включає в себе атрибутивну інформацію, як таблиця даних.

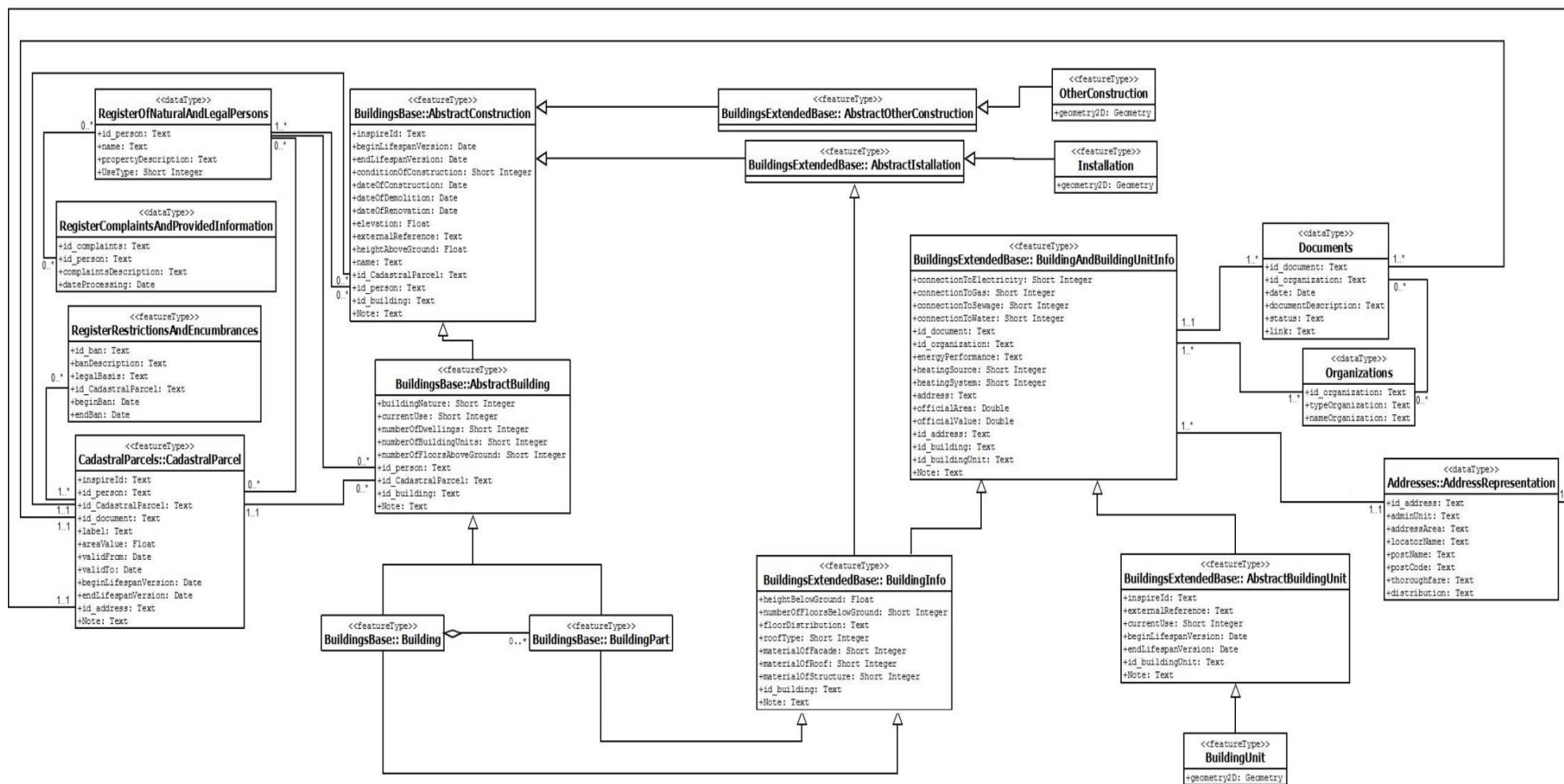


Рис.2.3. Логічна модель БГД будівель та споруд

### РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ТА ПРОВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

#### 3.1.

Територія Національного музею історії України у Другій світовій війні. Меморіальний комплекс знаходиться в центральній частині Києва, на пагорбі правого берега р. Дніпро. Географічні координати 50°25' 35,51" Пн.ш., 30°33' 46,66" Сх.д.

В адміністративному відношенні розташована в кварталі обмеженому вулицями Лаврська, бульвар імені Миколи Міхновського, Набережне Шосе в м. Києві за адресою - вулиця Лаврська, 24. (Рис. 1).

Розміри Меморіального комплексу з півночі на південь 580 м , зі сходу на захід 420 м. Рельєф має перепад висот від 108 м до 190 м. Середня відмітка площі перед Головним корпусом – 164 м в Балтійській системі висот.

Майданчик головного корпусу музею розміщений на правому зсувному схилі долини Дніпра, в гирловій частині Наводницької балки. Схили балки прорізані ярами, цирками і промоїнами, в бортах яких спостерігаються зсуви та опливи.

В геоструктурному відношенні район робіт розташований на Північно-східному схилі Українського тектонічного щита, в геоморфологічному районі Київської акумулятивно-денудаційної лесової рівнини, на Печерсько-Старокиївському плато, що характеризується значною густотою та глибиною (до 100 м) розчленування, крутизною схилів річкових долин та балок.

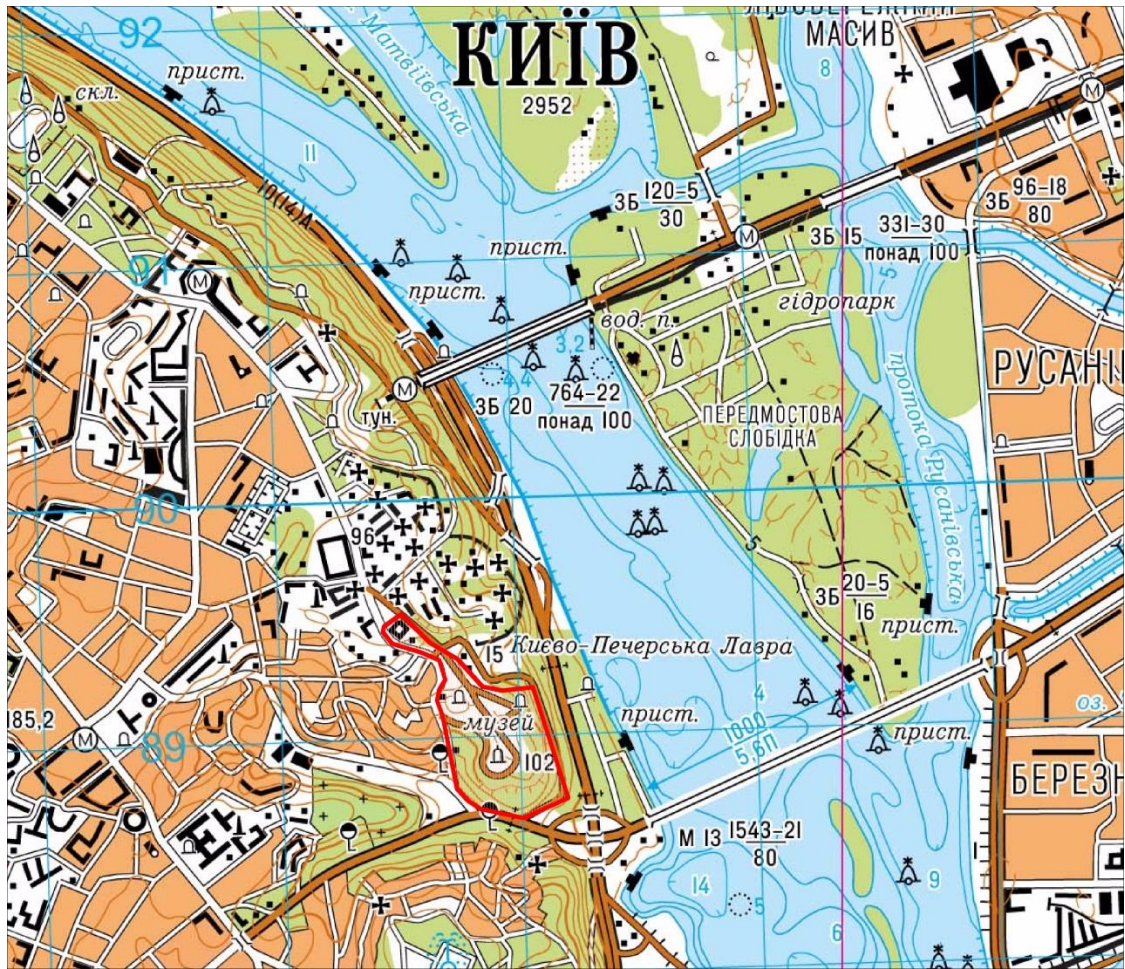


Рис. 3.1 - Схема розташування об'єкта робіт

### Об'ємно-планувальне рішення Головного корпусу Музею

Конструкція споруди складається з будівлі-п'єдесталу і піднятої на ньому скульптури «Батьківщина-Мати». Технологія створення, будівництва пам'ятника і експлуатація всього комплексу споруди є єдиними у своєму роді.

Головний корпус музею служить одночасно як для розміщення експозиційних залів та інших службових приміщень, так і є постаментом доміанти Меморіального комплексу – стальної скульптури «Батьківщини-Матері».

Основа постаменту – обвалований ґрунтом і покритий травою курган, з якого виростає скульптура. Стіни постаменту і п'єдесталу виконані з монолітного залізобетону та металокаркасних і облицьовані сірим гранітом.

Головний корпус - кругла в плані споруда діаметром 78 метрів, з дотичним прямокутником головного входу, складається з двох підземних, двох наземних поверхів та «Залу Слави» над ними.

В підземній частині споруди (відмітки -3,300, -6,600) де розташовані приміщення технічного забезпечення, огорожувальні конструкції виконані в вигляді

збірно-монолітної підпірної стінки з монолітними контрфорсами ребрами назовні будівлі, збірними плитами, збірними і збірно-монолітними ригелями і збірними колонами. Перекриття підпірної стінки виконане в збірно-монолітному варіанті і утворює верхній диск жорсткості.

На опускному колодязі діаметром 34 метри, який є основою скульптури (відмітка дна -17,600) опирається металевий каркас постаменту (верхня відмітка +35,500), вище - скульптура «Батьківщина-Мати» з щитом і мечем (найвища відмітка + 103,000).

В надземній частині споруди ( $\pm 0,000$ , +5,400) розташовані експозиційні зали, фондосховища і обслуговуючі приміщення. Верхня надземна частина споруди має вид усіченого конусу (до відмітки +11,780) і знаходиться під шаром ґрунтової відсіпки, захищеної трав'яним покриттям. Верхній відкіс обмежений кільцевим проїздом на відмітці +6,000 м.

Кругла в плані частина будівлі розбита на тридцять секторів по  $12^\circ$  кожний (радіальні осі - 1-43). В точках перетину з радіусом осей встановлені колони каркасу, а по них ригелі і огорожуючі конструкції.

Контрфорси жорстко зацімлені в монолітний ростверк. Контрфорси, панелі забірки, ригелі і внутрішні колони зварені між собою через випуски арматури, закладні деталі і замонолічені.

Каркас скульптури відсічений від каркасу облаштування кільцевими деформаційними швами по буквених осях С і Р.

Навколо Головного корпусу сформовані два відкоси відсіпних ґрунтів, які захищені луговим дерном.

**Верхній відкіс** розташований на відмітках +6,600 (верхня дорога) до відмітки +11,780 (оглядовий майданчик). Формоутворюючим елементом відкосу виступає нахилена залізобетонна плита, яка опирається своїм нижнім кінцем на ригелі облаштування. Відкіс перекривається кільцевим деформаційним швом в осях С і Р.

**Нижній відкіс** розташований між відмітками +6,600 до  $\pm 0,000$  (нижня дорога).

Відкоси обмежені гранітними парапетами. В стиках гранітних блоків встановлені деформаційні марки для спостереження за осадками.

### **Висотна скульптура «Батьківщина-Мати»**

Конструкція висотної скульптури має власний фундамент, платформу обпирання і внутрішній силовий каркас (рис. 3.2).

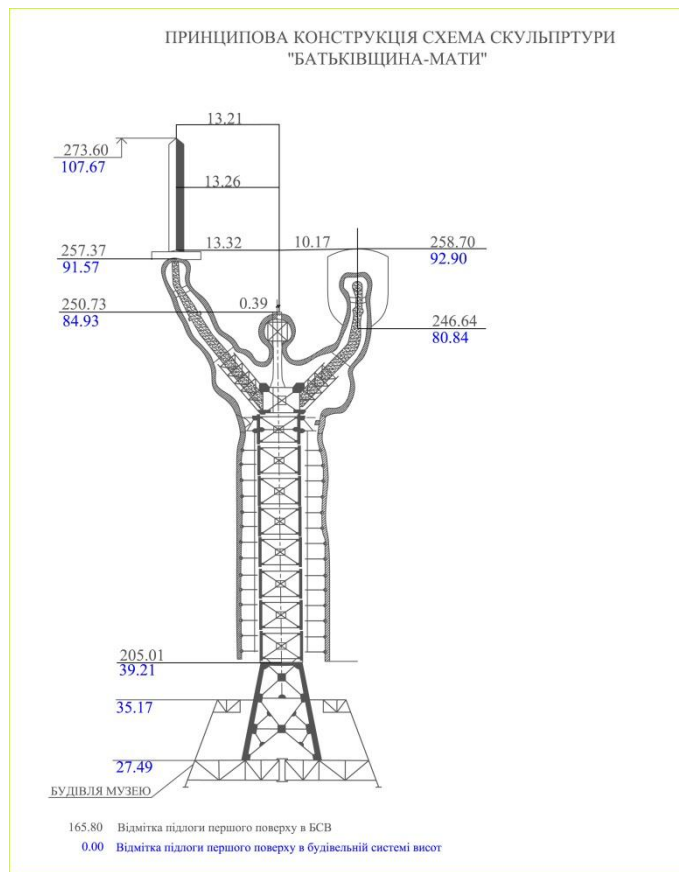


Рис. 3.2. Принципова конструкція скульптури «Батьківщина-Мати». Розріз по осі 1-23.

Вага монументу близько 530 т, висота разом з п'єдесталом, всередині якого знаходиться музей, складає 102 м. Висотна скульптура «Батьківщина-Мати» – це унікальна сталева споруда, яка складається з трьох шарів: основного сталевого каркасу вагою понад 280 т, допоміжного каркасу з обшивкою вагою 108 т і зовнішньої обшивки з півтора міліметрової легованої сталі вагою 90 т, яку зібрано з 27 окремих блоків.

В одній руці висотна статуя тримає 16-метровий меч вагою в 9 тонн, а в другій – щит розміром 13 на 8 метрів вагою в 13 тонн. На вістрі меча є спеціальний пристрій для гасіння коливань вітрового навантаження.

На оболонці скульптури встановлено вісім деформаційних марок (три марки на корпусі фігури – шия, середина і низ скульптури), три марки на щиті (верх-лівий, верх-правий, низ), та дві марки на мечі (верх і низ меча). В серпні 2024 року на поверхні щита замінено герб СРСР на державний герб України розміром 7,5 на 4,5 метри та вагою близько 500 кг.



Рис. 3.3. Монумент «Батьківщина-Мати»

Для пересування людей і технічного обслуговування скульптури всередині змонтовано два ліфти – вертикальний і похилий. На висоті 36,6 та 91,0 м обладнано оглядові майданчики.

Скульптура, як і Меморіал загалом, є дуже складним механізмом. З метою контролю за станом усіх конструкцій установлено суворий порядок геодезичних інструментальних обстежень. Регулярні щорічні огляди засвідчують відсутність відхилень від динамічної рівноваги конструктивних елементів скульптури.

Проектний запас міцності споруди оцінюється часом не менше **150-160 років**.

### **ПЛАНОВО-ВИСОТНА ОПОРНА МЕРЕЖА**

На території меморіального комплексу створена власна опорна геодезична мережа, яка за своїми параметрами суттєво перевищує по точності існуючу міську геодезичну систему, але має з нею безпосередній зв'язок в плані і по висоті.

Спостереження розпочалися в 1981 році. Було проведено два цикли спостереження. Результати другого циклу спостереження в грудні 1981 року прийняті в якості початкових для серії подальших спостережень.

З часом, майже всі пункти цієї мережі також були втрачені. Опорна геодезична мережа та мережа спостереження кілька разів була модернізована і доповнена. Найбільша модернізація опорної геодезичної мережі виконана КДП

«Київгеоінформатика» в 2010 та 2015 роках. Запланована в 2016 році подальша модернізація опорної геодезичної мережі та мережі спостереження не відбулась.

Сучасна опорна геодезична мережа Музею історії України у Другій світовій війні. Меморіальний комплекс включає 22 геодезичних пункти.

Пункти закріплені бетонними знаками типу У-15.

Координати пунктів визначаються методом лінійно-кутових засічок та супутникових спостережень. Точність визначення координат цих пунктів відповідає триангуляції III класу. Відмітки визначені з нівелювання за програмами I та II класів. Схема мережі наведена на рисунку 4.

Для спостереження за деформаціями Лабораторного корпусу закладено чотири тимчасових геодезичних знаки по вул. Лаврській. Координати пунктів визначені шляхом лінійно-кутових спостережень з пунктів опорної геодезичної мережі Меморіального комплексу, відмітки визначено шляхом прокладання ходів за програмою II класу.

Геодезичний моніторинг стану споруд музейного комплексу виконується щорічно починаючи з 1981 року.

До 2019 року використовувалась умовна система координат, яка була запроваджена в 1981 році. З 2019 року для опрацювання результатів високоточних інженерно-геодезичних спостережень почала використовуватись місцева система координат м. Києва МСК-80 (похідна від державної референцної системи координат УСК-2000).

Геодезична мережа спостереження також продовжує відновлення та розвиток. В зв'язку з розвитком деформаційних процесів запроектовано обладнати приямок енергоблоку додатковими 6-ма стінними реперами (по кожній осі 17-23) та трьома ґрунтовими знаками для лінійно-кутових спостережень.

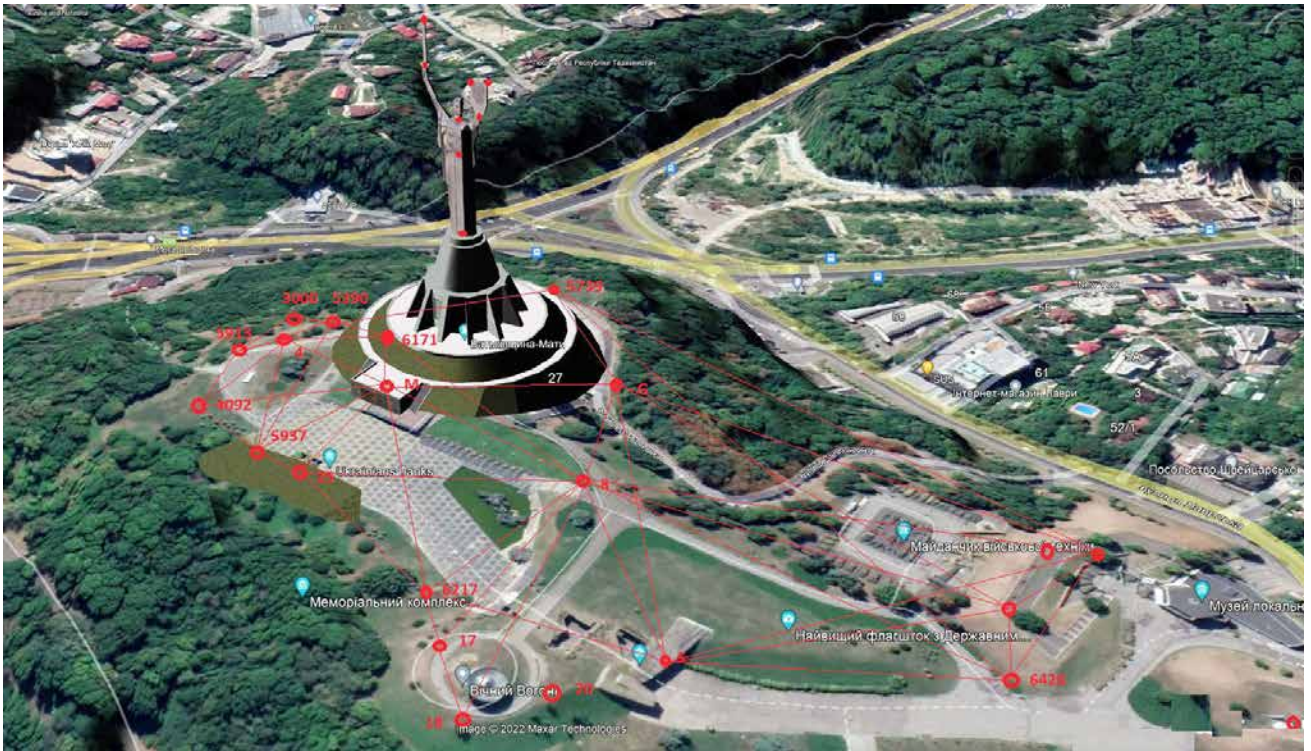


Рис. 3.4. Схема основної геодезичної мережі Музею історії України у Другій світовій війні

В липні 2024 року перед початком високоточних спостережень був виконаний інструментальний розшук та поточний ремонт всіх геодезичних знаків опорної геодезичної мережі та мережі спостережень за деформаціями з використанням каталогу пунктів, марок і реперів, який було складено за результатами інженерно-геодезичних робіт 2023 року.

### **Спостереження за деформаціями топографічної поверхні на території Меморіального комплексу**

В циклі спостережень 2024 року виконані чергове спостереження за деформаціями поверхні площі перед Головним корпусом. Перший цикл спостережень за поверхнею майданчика біля входу до Головного корпусу був виконаний у 2019 році та повторений у 2021 та 2024 роках. В 2021 році спостереження за деформаціями поверхні площі були виконані одночасно з георадарним скануванням ґрунтів в її основі.

Спостереження виконане методом нівелювання по квадратах з кроком приблизно 2x2 метри. Всього було визначено планово-висотне положення 865 точок. За результатами польових вимірів створено TIN модель та визначено

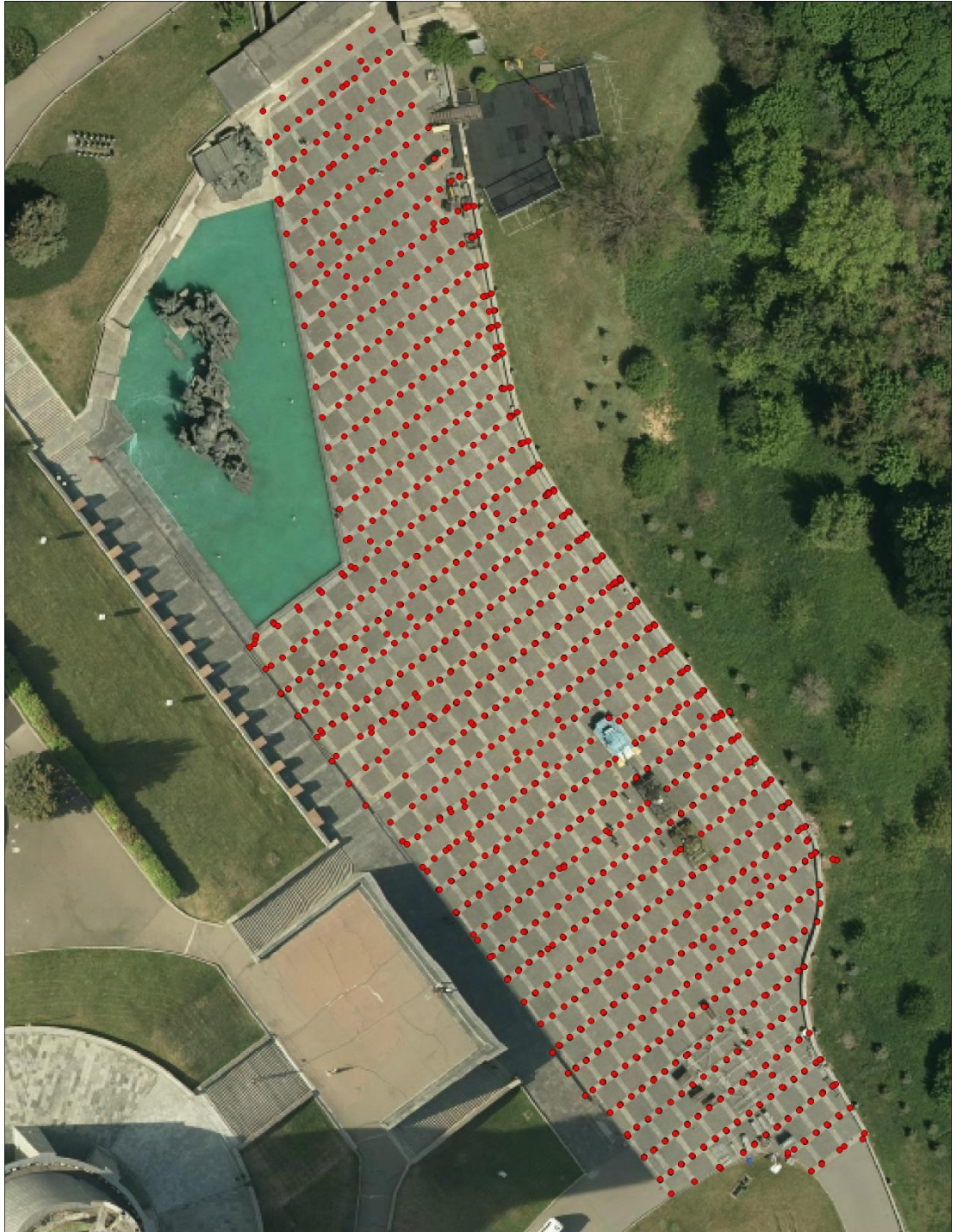


Рис. 3.5. Схема нівелювання по квадратах площі перед Головним корпусом

рóżницю між відмітками поверхні цього року з відмітками поверхонь минулорічних циклів спостережень.

Найбільші просідання поверхні площі збігаються з пустотам в ґрунті, які виявлені під час георадарного сканування.

На основі спостереження осадок пунктів опорної геодезичної мережі, які розташовані навколо площі можливо зробити висновок про наявність незначних вертикальних деформацій.

Найбільшого осідання – 2,5 мм за останній рік набув ґрунтовий репер 25, що знаходиться навпроти порталу Головного корпусу. Його сумарне осідання за 43 роки спостережень досягло 116 мм.

Опрацювання результатів спостережень виконане з використанням програмних комплексів CREDO та ArcGIS. Більш детальні відомості про горизонтальні і вертикальні деформації топографічної поверхні території

### **ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Отримані в результаті польових робіт дані були опрацьовані з використанням пакету програмного забезпечення VIY3.

Пакет ПО складається з двох програм: Synchron і Planner. Програми працюють у взаємодії одна з одною що дозволяє бачити план території з накладеними георадарними профілями під час проведення зондування.

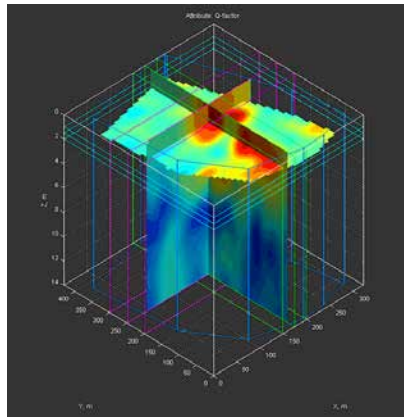
#### **Програма Synchron призначена для:**

- Управління процесом георадарного сканування
- Відображення отриманих даних
- Опрацювання (фільтрації) результатів зондування

#### **Програма Planner призначена для:**

- Відображення георадарних профілів на плані місцевості;
- Редагування положення георадарних профілів;
- Редагування маркерів об'єктів;
- 3D візуалізації отриманих профілів і створення 3D інтерполяцій по перетинам в будь-якій площині;
- експорту георадарних профілів і маркерів в AutoCad для проектування та викреслювання планів і схем;
- створення графічних звітів,

В програмному комплексі реалізована можливість усереднення товщі тривимірного масиву в заданих користувачем межах:



В об'ємі замість контурних карт двовимірних перетинів можливе представлення даних у вигляді ізоповерхонь однакових значень параметра. Для тривимірного масиву можливо задавати ступінь прозорості, в тому числі для заданого діапазону значень з метою отримання інформативної візуалізації.

Під час георадарного обстеження було виявлено ділянки з підземними неоднорідностями (пустотами), що можуть бути наслідком суфозії ґрунту в результаті періодичних потоків води, витоків води з напірних водонесучих інженерних мереж, можливого протіканням води з басейну, тощо.

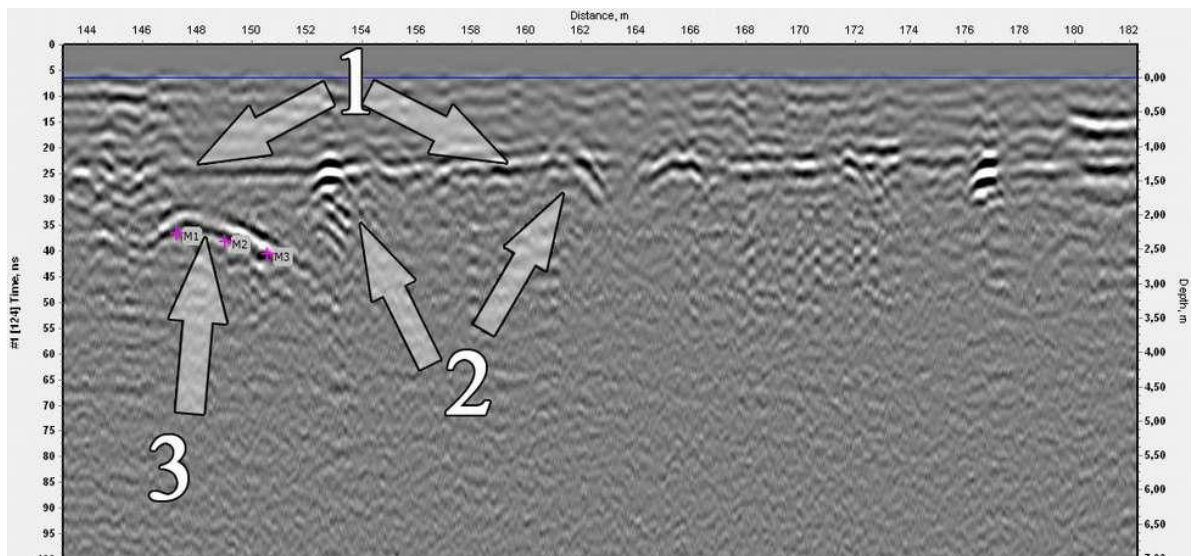


Рис. 3.6. Приклад георадарного профілю з позначеними об'єктами: 1 - верхня границя зони зволоження, 2 - точкові неоднорідності, 3 - велика неоднорідність ймовірно проміїна.



Рис. 3.7. Відображення різним кольором об'єктів на різній глибині.

### Глибинні розрізи

Отримані георадарні дані опрацьовані з використанням програмного забезпечення VIY® виробництва ТОВ «Трансієнт Текнолоджис».

Дані опрацьовані таким чином, що дало можливість отримати горизонтальні розрізи ділянки що досліджувалась. Горизонтальна розподільча здатність горизонтальних розрізів обумовлена кількістю георадарних розрізів і кроком між ними. У даному випадку крок між профілями становив 2 м. Тож горизонтальна розподільча здатність становить 2-2,5 метри.

Нижче наводяться приклади розрізів на різних глибинах.



Рис. 3.8. Розріз на глибині 0,59 м та розріз на глибині 0,74 м.



Рис. 3.9-10. Розріз на глибині 0,80 м та розріз на глибині 1,10 м.

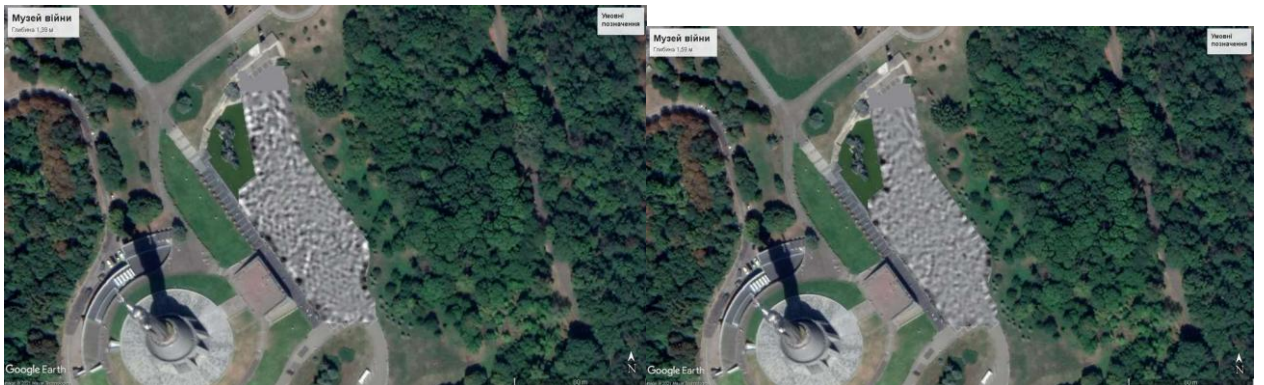


Рис. 3.11-12. Розріз на глибині 1,39 м. та розріз на глибині 1,59 м

Результати обстеження площі перед Головним корпусом.

#### Північна частина ділянки

Північна частина площадки потерпає від води, яка інфільтрується з схилу та протікає під басейном.

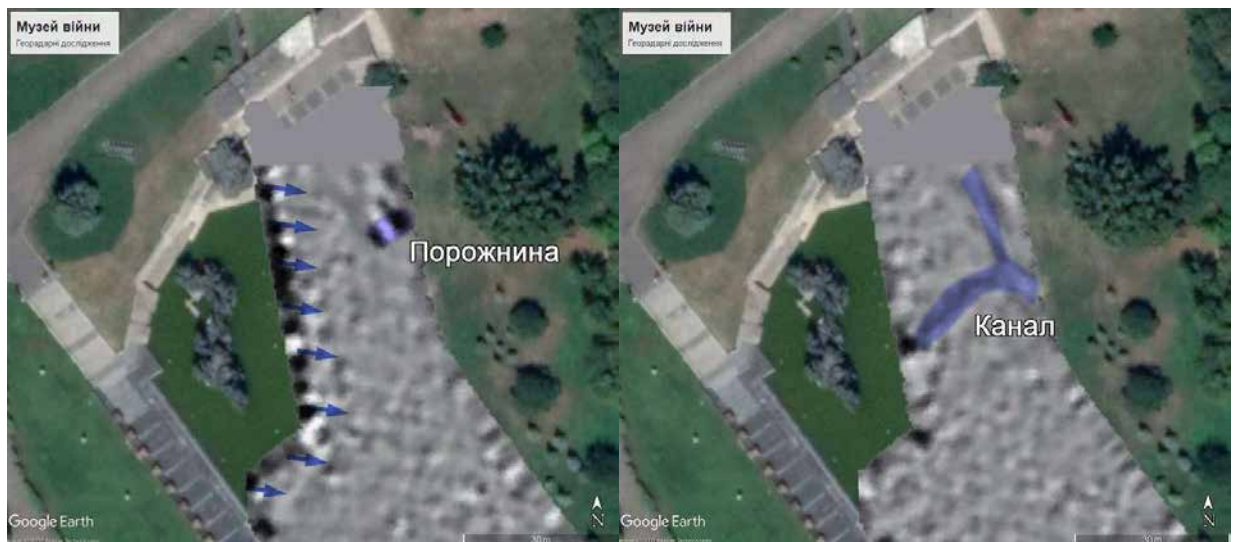


Рис. 3.13. Розріз на серезній глибині 0,74 метри.

На горизонтальному розрізі на глибині 0,74 метри видно зони зволоження навкруги басейну і ймовірно порожнину з горизонтальними розмірами 2 на 5 м.

Рис.3.14 Розріз на глибині 1,69 метри.

На горизонтальному розрізі з глибини 1,69 метри можливо побачити утворення яке може бути каналом проходження води в періоди рясних опадів.

### Центральна частина ділянки

В центральній частині площадки були виявлені лише незначні зони руйнування, області зволоження та невеликі водяні протоки.

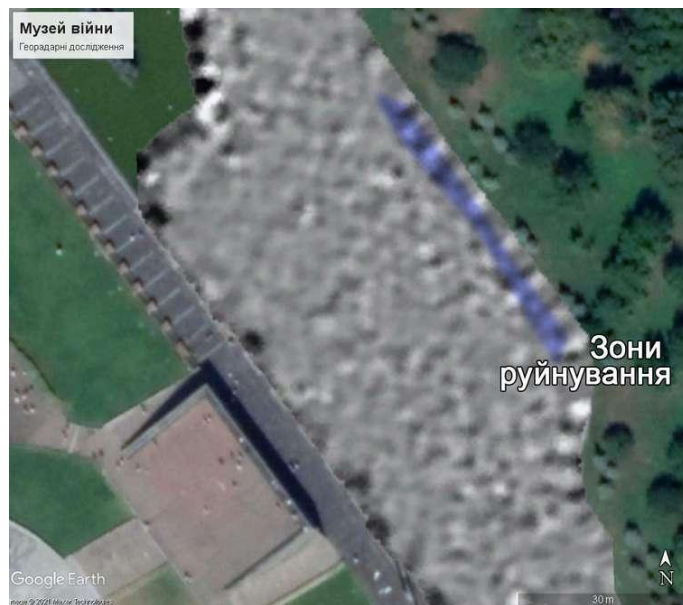


Рис.3.15. Розріз на глибині 0,74 метра.

На горизонтальному розрізі з глибини 0,74 метри видно незначні зони руйнування підземних шарів вздовж лотка відводу дощових опадів та талих вод.



Рис. 3.16. Розріз на глибині 1,39 метри.

На розрізі з глибини 1,39 метри видні плями зволоження



Рис.3.17. Розріз на глибині 1,59 метра.

На розрізі з глибини 1,59 метра видне утворення, яке може бути каналом проходження води в періоди рясних дощів (суфозійний канал).



Рис.3.18. Розріз на глибині 1,59 метра.

На розрізі з глибини 1,59 метра видно утворення яке може бути каналом проходження води в періоди рясних дощів (суфозійний канал).

### **Південна частина ділянки**

В південній частині ділянки георадарне дослідження виявило зміни підземної структури тільки біля початкової точки зливовідводу.

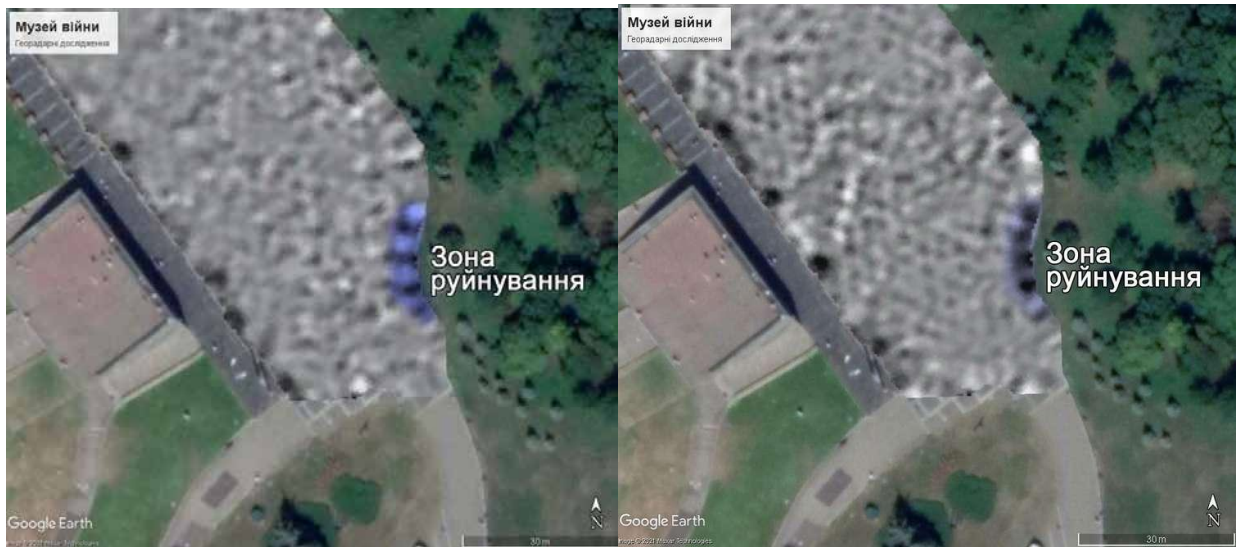


Рис. 3.19-20. Розріз на глибині 0,74 м. та розріз на глибині 1,10 м.

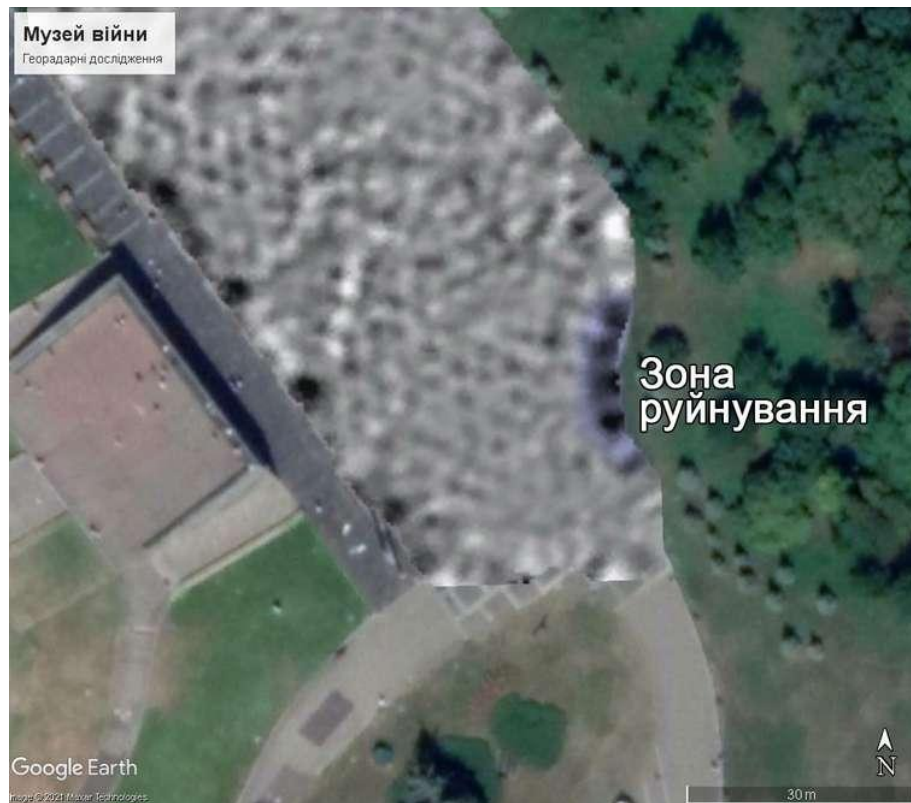


Рис. 3.21. Розріз на глибині 1,59 м.

Найбільш суттєвим є утворення у північно-східній частині ділянки за рахунок протікання води вздовж басейну. Зони зволоження тут не є суттєвими і можуть бути стабілізовані шляхом проведення будівельних робіт по забезпеченню якісного відводу атмосферних опадів з ділянки, що прилягає до Головного корпусу.

Також треба звернути увагу на стан підземних мереж відводу дощових та талих вод по всьому східному краю ділянки і, особливо у південно-східному краю рекреаційної площі перед Головним корпусом.

### Ділянка біля Адміністративного корпусу

Останнім часом посилилися деформаційні процеси на будівельних конструкціях Адміністративного корпусу. Виникли тріщини в кількох місцях.

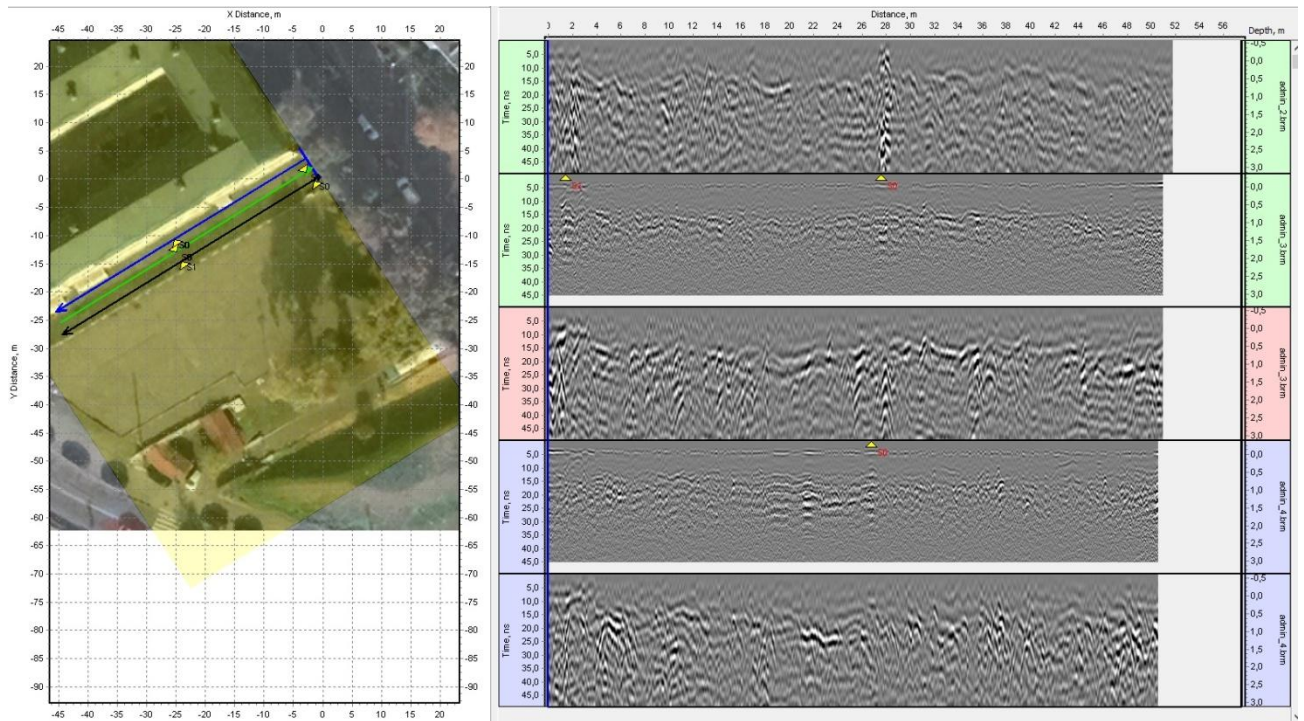


Рис.3.22. Профілі сканування вздовж ділянки каналізації

Вздовж південного фасаду адміністративного корпусу прокладена траса побутової каналізації, витoki з якої потенційно можуть впливати на стан ґрунтів під фундаментами корпусу. Покриття ділянки над каналізацією – газон.

Для перевірки стану ґрунтового масиву на цій ділянці було проведено його георадарне сканування. Всього пройдено три маршрути георадарного сканування довжиною по 50 метрів.

В результаті дослідження місць перезволоження ґрунту та нових об'єктів не виявлено.

## **НІВЕЛЮВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ПЛОЩІ ПО КВАДРАТАХ**

В циклі спостережень 2024 року виконані чергове спостереження за деформаціями поверхні рекреаційної площі перед Головним корпусом.

Перший цикл спостережень за поверхнею площі був виконаний у 2019 році та повторений у 2021 та 2024 роках. В 2021 та 2024 роках спостереження за деформаціями поверхні площі були виконані одночасно з георадарним скануванням ґрунтів в її основі.

Спостереження виконане методом нівелювання по квадратах з кроком приблизно 2х2 метри. Всього було визначено планово-висотне положення 865 точок. За результатами польових вимірів створено TIN модель та визначено різницю між відмітками поверхні станом на 2024 рік з відмітками минулорічних циклів спостережень.

Найбільші просідання поверхні площі збігаються з положенням пустот в ґрунті, які виявлені під час георадарного сканування. В районі лотка вздовж гранітного парапету рекреаційної площі спостерігаються осадки 16-18 мм.

На основі спостереження осадок пунктів опорної геодезичної мережі, які розташовані навколо рекреаційної площі можливо зробити висновок про наявність незначних вертикальних деформацій прилеглого ґрунтового масиву.

Найбільшого осідання – 2,5 мм за останній рік набув ґрунтовий репер 25, що знаходиться навпроти порталу Головного корпусу. Його сумарне осідання за 43 роки спостережень досягло 116 мм.

Опрацювання результатів спостережень виконане з використанням програмних комплексів CREDO та ArcGIS

### ЗВЕДЕНИЙ ПЛАН РЕКРЕАЦІЙНОЇ ПЛОЩІ

При опрацюванні площинного георадіолокаційного дослідження є можливість 3D візуалізації параметрів середовища і атрибутів хвильового поля для профілів рівної довжини і довільної орієнтації. В режимі 3D є наступні варіанти відображення даних – збірка розрізів в просторі, перетин 3D вибірки розрізів в просторі і перетин 3D набору розрізів на двовимірній площині.

Формування 3D набору проведено з використанням даних ГНСС та координат георадарних профілів, за якими будується модель.

#### 3.1. Аналіз програмного забезпечення для реалізації запроєктованої БГД

Сучасні програмні засоби для роботи з просторовими даними формують стрімко розвиваючийся сегмент ринку ПЗ [46]. Для аналізу програмного забезпечення під БГД доцільно розглядати: системи керування базами даних (СКБД) та ГІС-інструменти, які їх використовують. Також важливим є поділ на комерційні (пропріетарні) та вільні (безкоштовні з відкритим кодом) рішення (рис.3.1).

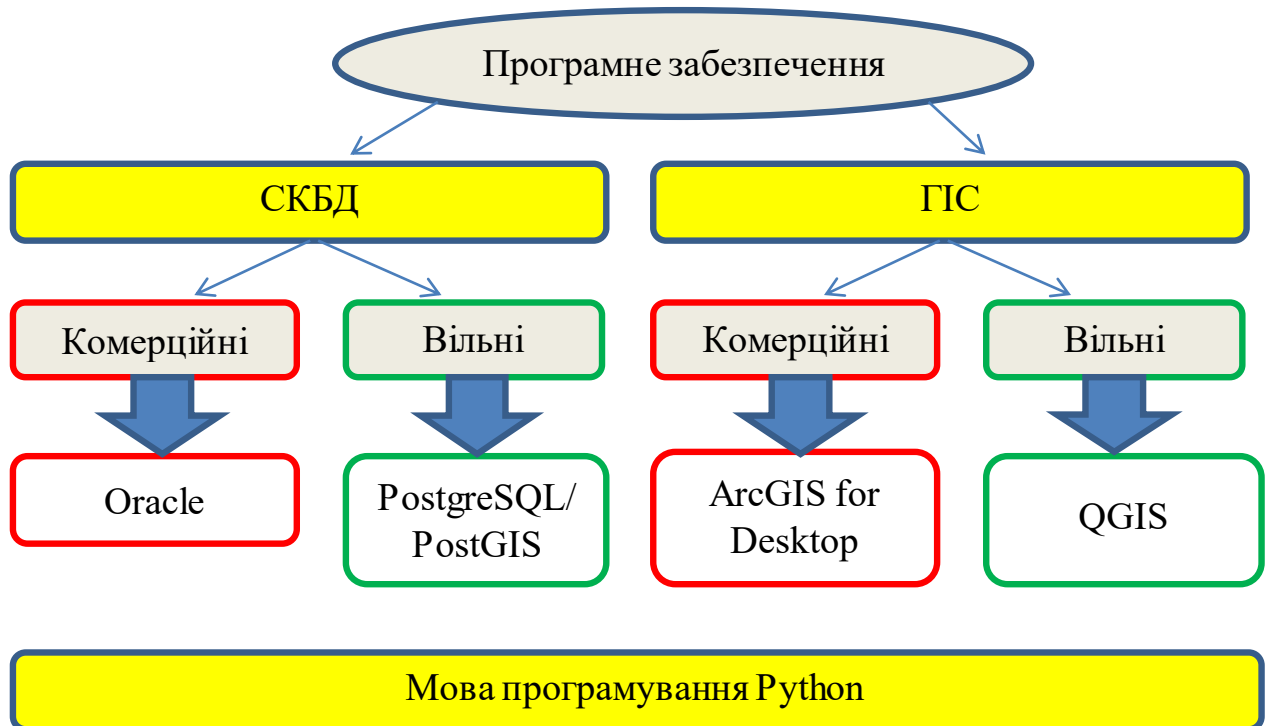


Рис.3.23. Аналіз програмного забезпечення

Системи керування базами даних (СКБД) - це програмні комплекси для створення, ведення та колективного використання баз даних [38]. Геоінформаційні

системи (ГІС) поєднують апаратні засоби, ПЗ та методи для управління, аналізу та візуалізації просторових даних [50].

Серед вільних СКБД виділяється PostgreSQL - об'єктно-реляційна система з відкритим кодом, що підтримує різні ОС, мови програмування та типи даних [7][8]. Її розширення PostGIS додає підтримку геопросторових даних [5]. З комерційних рішень популярний Oracle Database - потужна об'єктно-реляційна СКБД з розширеними функціями управління даними [35].

Серед вільних ГІС-інструментів варто відзначити:

- QGIS - крос-платформова система з підтримкою різних форматів даних та інтеграцією з PostGIS, GRASS [10]

- gvSIG - система, розроблена в Іспанії для роботи з локальними та віддаленими геоданими через WMS/WFS сервіси

Сучасні ГІС-інструменти поєднують функціональність СКБД та просторового аналізу. Серед комерційних рішень виділяється ArcGIS

потужна платформа для роботи з геоданими, яка включає:

- 70+ форматів даних для інтеграції
- Інструменти просторового аналізу
- Можливість створення професійних карт
- Функції редагування та координаційної геометрії
- Підтримку роботи з ДЗЗ
- Модулі для поширення даних [34]

Система дозволяє автоматизувати процеси за допомогою Python - мови програмування, що інтегрована в ArcGIS [14].

### 3.2. Дослідна реалізація БГД в середовищі ArcGIS

Дослідну реалізацію бази геопросторових даних будівель та споруд буде здійснено на прикладі м.Києва в середовищі ArcGIS , оскільки цей програмний продукт є комплексною системою, яка дозволяє вирішувати надскладні завдання, пов'язані з аналізом і моделюванням. Зазначена версія забезпечує легкість використання програмного продукту, потужніші інструменти аналізу, а також додаткові Web ГІС застосування.

В ArcGIS існує три типи баз геоданих [11]:

1. Файлові бази геоданих — зберігаються як папки в файловій системі. Кожен набір даних зберігається у вигляді файлу, який може збільшуватися аж до 1 ТБ за

розміром. Цей тип БГД рекомендується використовувати замість персональних баз геоданих.

2. Персональні бази геоданих — всі набори даних зберігаються у вигляді файлу бази даних Microsoft Access, який має обмеження за розміром в 2 ГБ.

3. Розраховані на багато користувачів бази геоданих — також відомі як корпоративні, не мають обмежень за розміром і кількістю користувачів. Зберігаються в реляційній базі даних з використанням Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2, IBM Informix або PostgreSQL.

В даній бакалаврській дипломній роботі дослідну реалізацію буде проведено шляхом створення файлової бази геоданих.

Створити базу геоданих, її елементи та маніпулювати даними можливо за допомогою одного з чотирьох способів:

- ArcCatalog;
- інструментів ArcToolbox;
- моделі ModelBuilder;
- програмного коду, написаного на Python.

В якості прикладу, базу геоданих та один просторовий об'єкт з його атрибутами створимо шляхом використання моделі ModelBuilder (рис.3.24). Інші об'єкти бази даних буде створено за допомогою ArcCatalog, оскільки процес створення всіх елементів БГД з використанням моделі ModelBuilder, або коду Python є досить трудомістким процесом. Однак перевагою моделі та коду є можливість при необхідності швидко створити або поновити БГД.

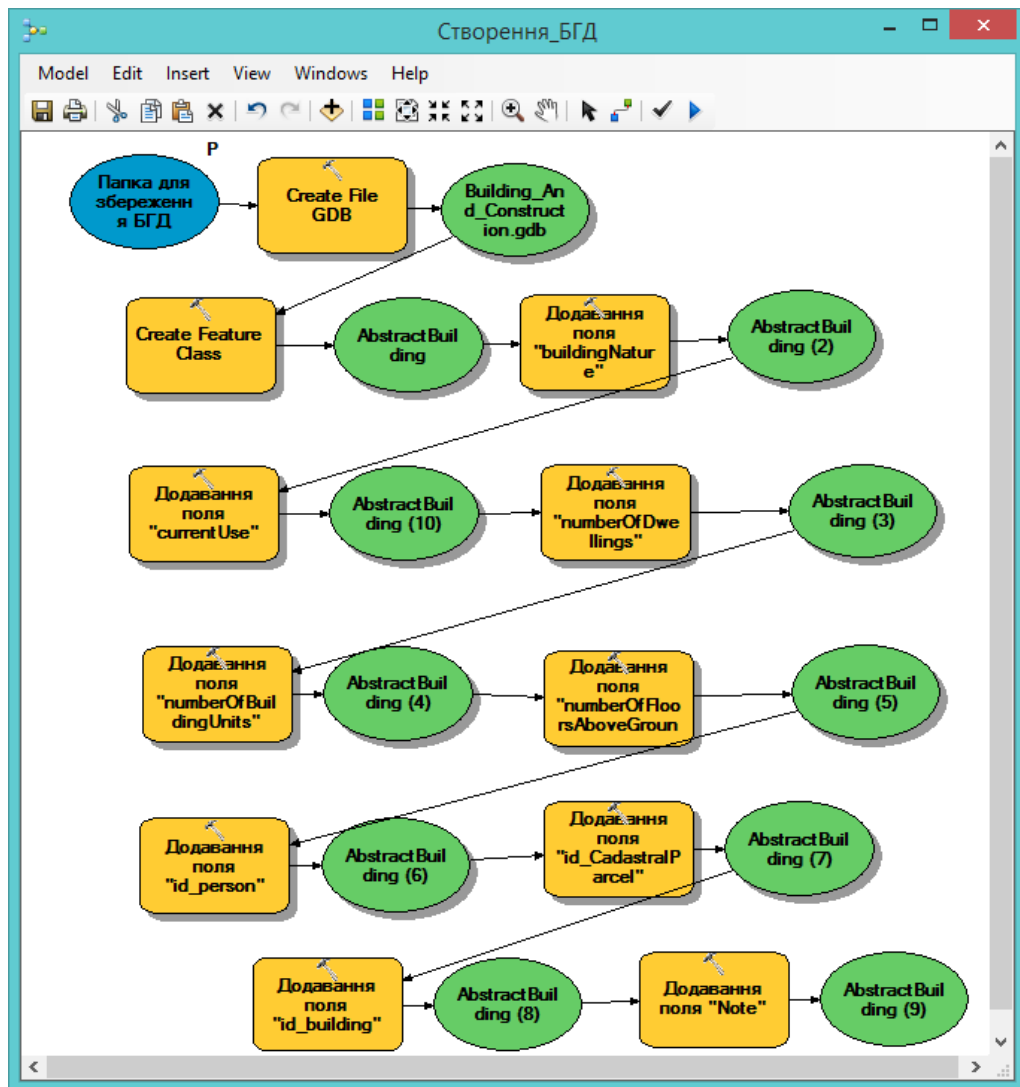


Рис.3.24. Модель для створення БГД та просторового об'єкту "AbstractBuilding"

Інші об'єкти БГД створимо за допомогою ArcCatalog (рис.3.25).

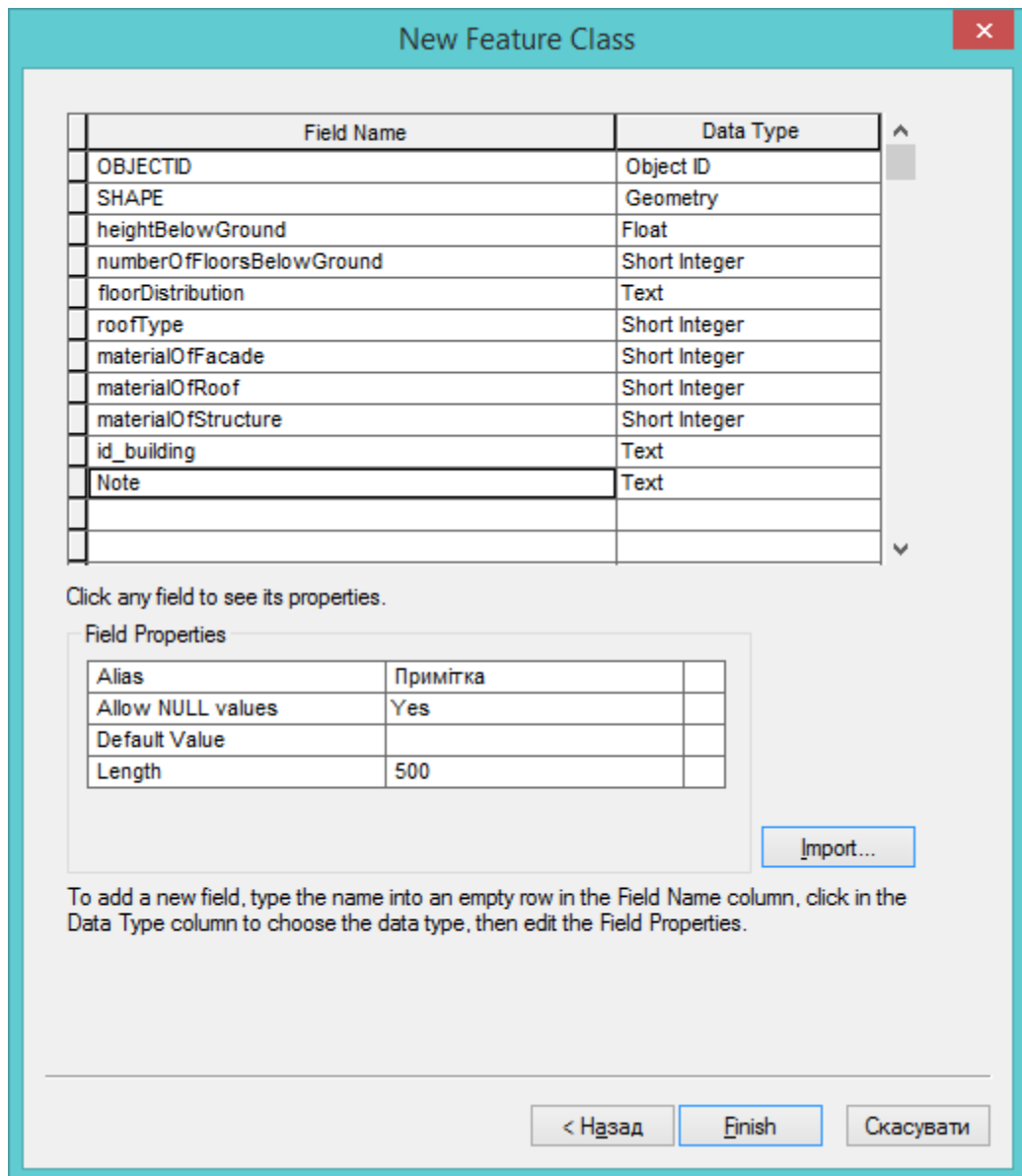


Рис.3.25. Створення шару "BuildingInfo" в ArcCatalog. Додавання полів

Як видно з рис.3.25, при створенні елементів БГД за допомогою ArcCatalog можна одразу вказати всі необхідні поля, які будуть присутні в шарі/таблиці. Це значно прискорює процес створення БГД у порівнянні з використанням моделі ModelBuilder, де кожне поле додається окремо.

Тепер перейдемо до формування доменів значень, хоча цей процес можна виконувати і перед створенням шарів. Для цього необхідно у властивостях бази геоданих перейти на вкладку "Domains", де вказати назву домену, його пояснення, коди та пояснення до кодів (рис.3.26).

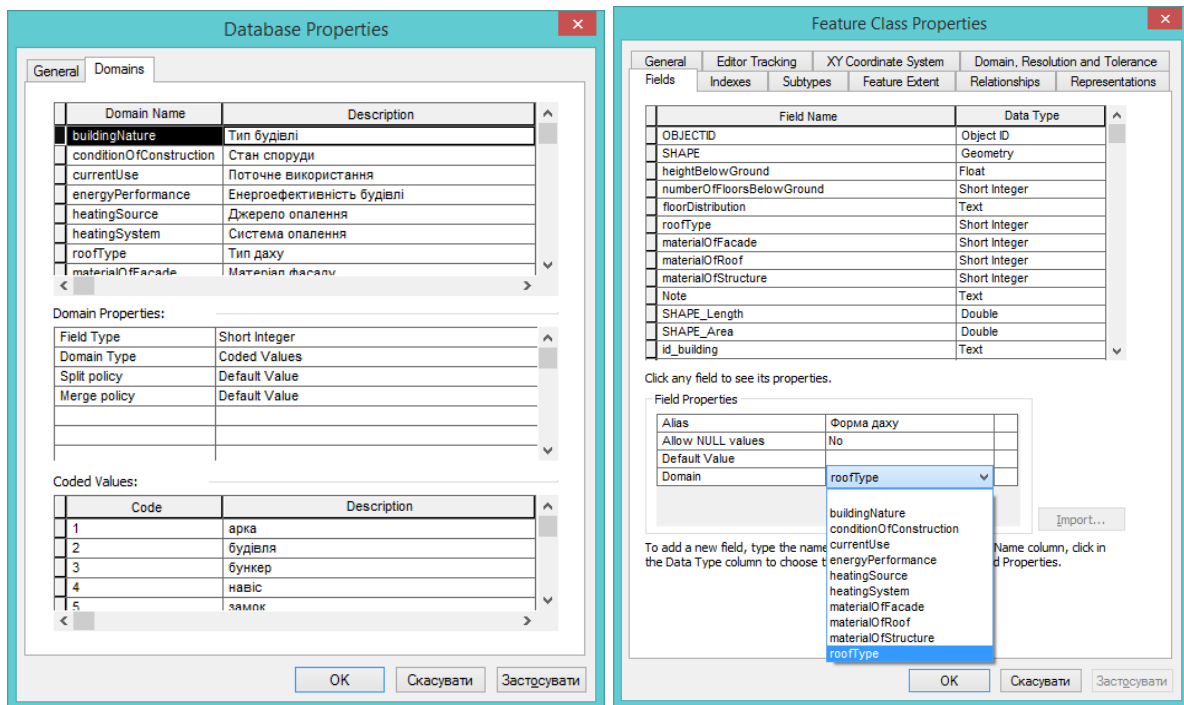


Рис.3.26. Формування доменів значень та їх задання полям атрибутивних таблиць

Після завершення формування структур шарів та таблиць БГД переходимо до встановлення зв'язків між ними відповідно до запроєктованих моделей у розділі 2. Зв'язки в ArcGIS встановлюються шляхом створення класу відношень об'єктів (Relationship Class) (рис.3.26).

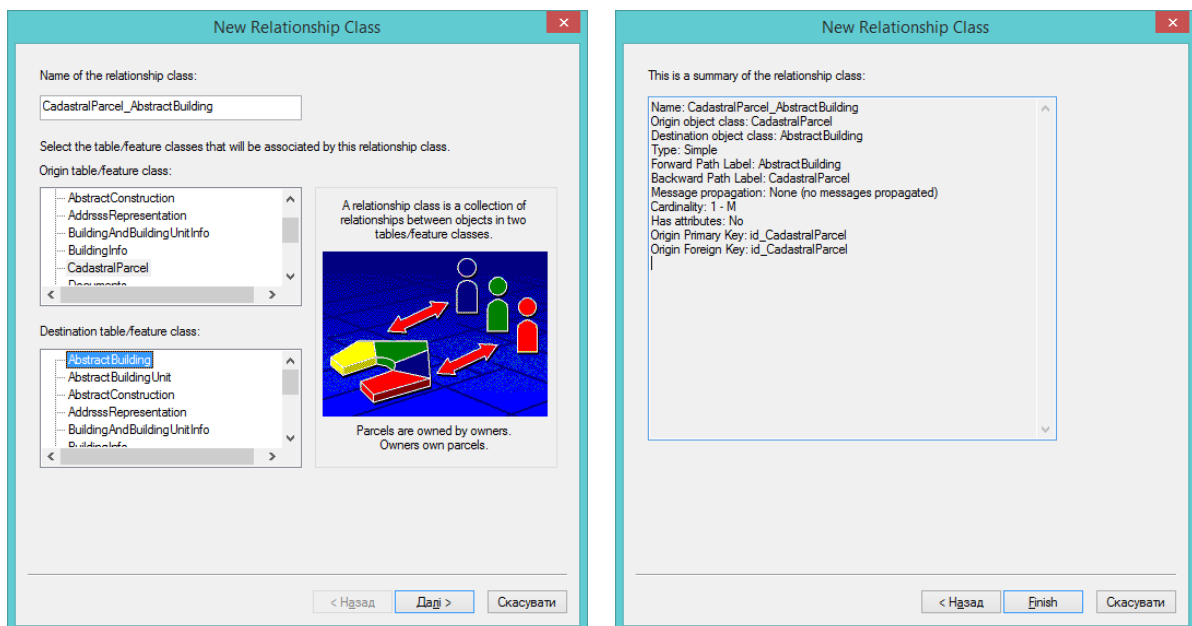


Рис.3.27. Встановлення зв'язку між шарами CadastralParcel та AbstractBuilding

На рис.3.27 зображені перша та остання сторінки функції створення Relationship Class. На правому зображенні — параметри зв'язку.

У результаті створення запроектованої БГД будівель та споруд отримали 7 шарів просторових об'єктів, 5 таблиць та 18 класів відношень (рис.3.28).

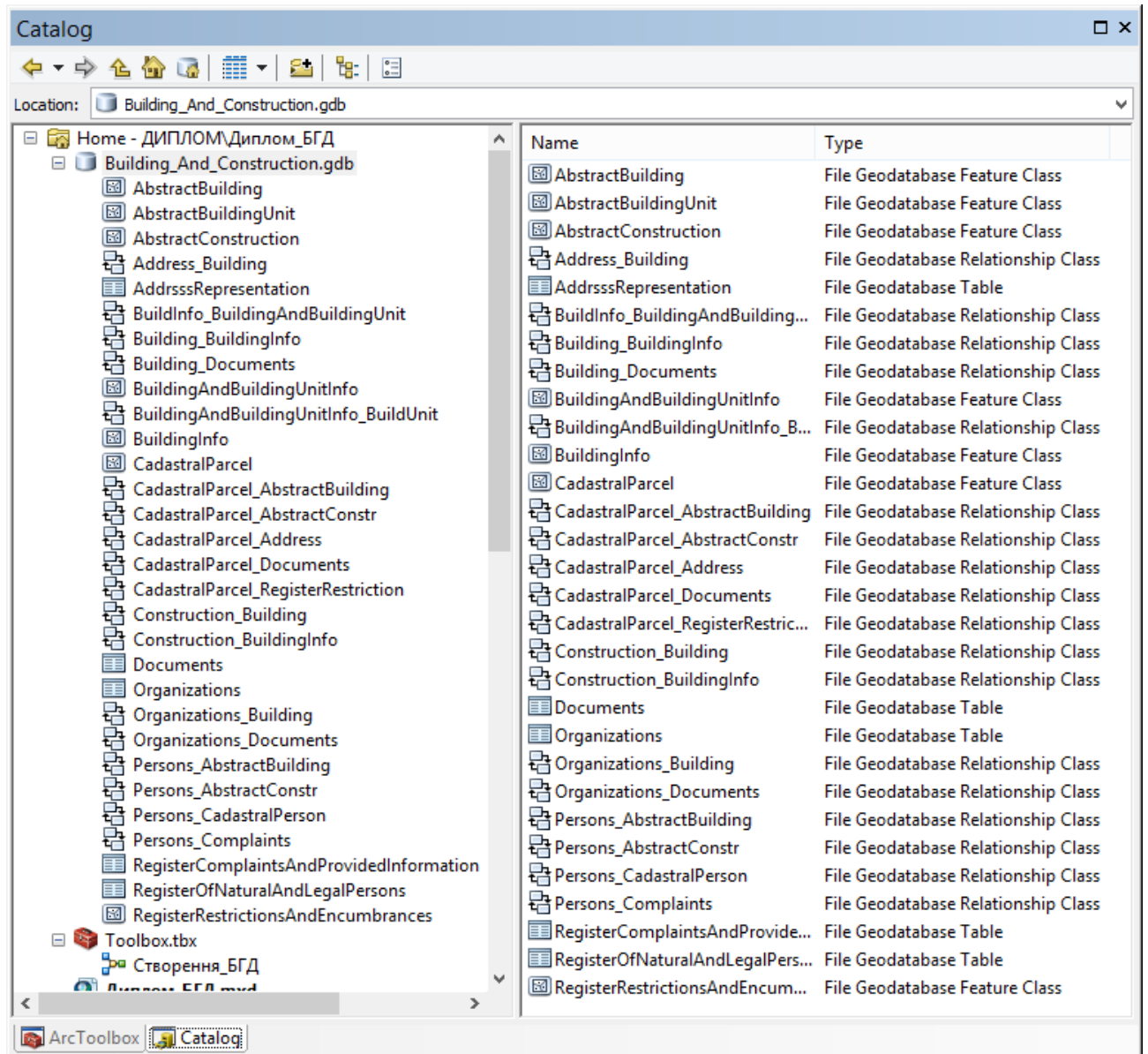


Рис.3.28. Створена БГД будівель та споруд

Тепер перейдемо до наповнення створеної бази геоданих. Для цього скопіюємо необхідні об'єкти з вихідних шарів до нашої БГД та заповнимо необхідну атрибутивну інформацію. Результати дослідної реалізації бази геопросторових даних будівель та споруд зображені на рис.3.29-3.30.

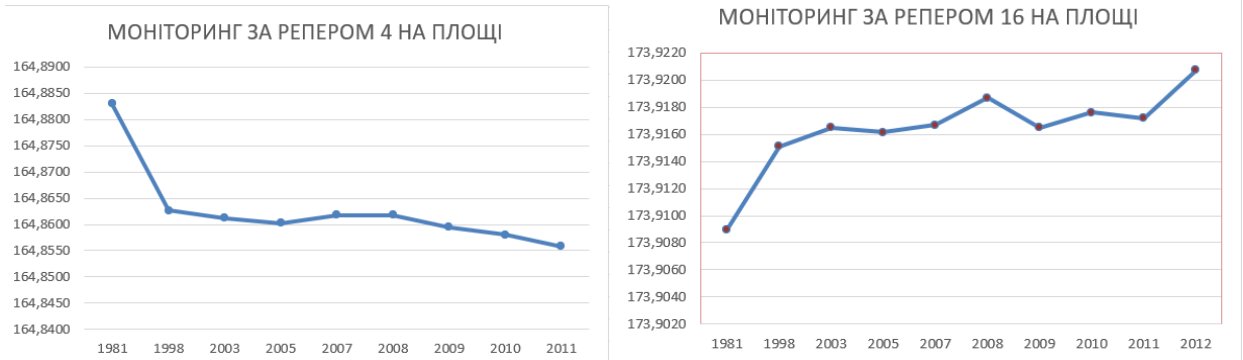


Рис.3.29. Графік осадових процесів

На рис.3.30 відображений вміст бази геоданих, вигляд шарів, та приклад ідентифікації об'єкта, на якому зображений результат встановлення зв'язків між елементами БГД.

OBJECTID *	Shape *	Тип будівлі	Характер використання будівлі	Кількість квартир	Кількість блоків	Кількість поверхів	Ідентифікатор особи *	Номер кадастрової ділянки	id_building *
153	Polygon	будівля	багатоквартирне житлове	90	30	9	151815156	8000000000:91.088.0076	154512542
154	Polygon	будівля	багатоквартирне житлове	70	20	7	154481155	8000000000:91.088.0076	121468536
155	Polygon	будівля	багатоквартирне житлове	80	20	8	154511554	8000000000:91.088.0005	154784895
156	Polygon	будівля	багатоквартирне житлове	70	20	7	151548117	8000000000:91.088.0064	145687468
38	Polygon	будівля	житлове (гуртожитки)	200	50	5	411551571	8000000000:91.088.0044	124457425
49	Polygon	будівля	житлове (гуртожитки)	250	60	7	155478155	8000000000:91.088.0044	125658422
76	Polygon	будівля	житлове (гуртожитки)	250	60	7	154845118	8000000000:91.088.0044	125845879

Рис.3.30. Приклад заповненої атрибутивної таблиці шару "Будівлі" БГД будівель та споруд

### 3.3. Обґрунтування та вибір інструментів просторового аналізу і побудова технологічної схеми використання БГД

Просторовий аналіз — це підхід до застосування методів статистичного аналізу та різних інформаційних технологій до даних географічного або геопросторового характеру (геоданих). Просторовий аналіз дозволяє зрозуміти структуру специфічної діяльності у просторі, допомагає моделювати, прогнозувати певне природне або соціально-економічне явище, визначити кореляцію, тощо. В результаті аналізу географічної інформації виходить якісно нова інформація і виявляються раніше невідомі закономірності.

Геоінформаційні системи відрізняються від інших інформаційних систем своїми унікальними можливостями просторового аналізу та моделювання [51]. У дослідженні будуть використані такі ключові функції ГІС:

1. Аналіз щільності та площі забудови
2. Визначення оптимальних ділянок для новобудов

### 3. Оцінка пішохідної доступності

### 4. Виявлення об'єктів у санітарно-захисних зонах

Для вирішення цих задач буде застосовано ModelBuilder - інструмент для створення візуальних моделей геообробки. Він дозволяє:

- будувати послідовні процеси обробки даних
- візуалізувати робочі процеси у вигляді схем
- запускати моделі повністю або окремими етапами
- експортувати моделі для подальшого використання [13]

Цей підхід забезпечує наочність та ефективність аналізу просторових даних щодо будівель та споруд. Технологічна схема — це графічне модельне зображення технологічного процесу у вигляді послідовних функцій, технологічних операцій, спрямованих на вирішення певних завдань. На технологічній схемі БГД (рис.3.9) зображені основні операції (внесення змін, перегляд інформації, опрацювання), які можна виконувати при використанні БГД, та узагальнений принцип їх дії.

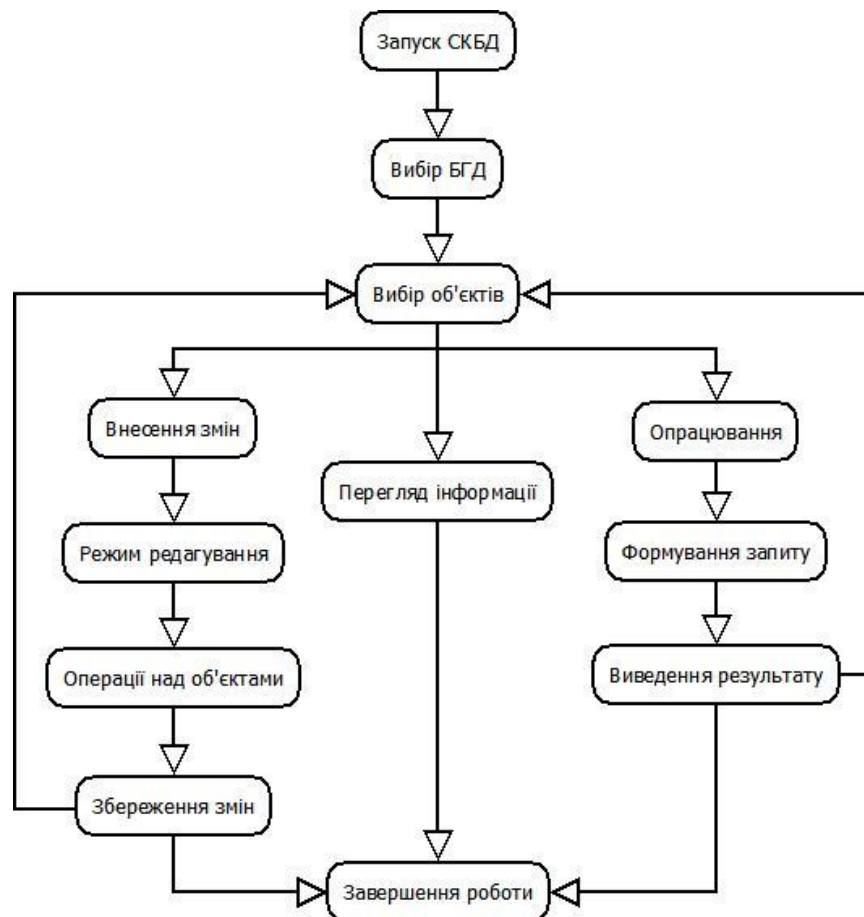


Рис.3.9. Технологічна схема використання БГД

### 3.4. Розроблення алгоритмів спеціалізованих функцій геопросторового аналізу використання бази геопросторових даних будівель та споруд

Для аналізу забудови території використаємо ModelBuilder. Вхідними даними моделі (позначені синім) є шари "Будівлі" та "Земельні ділянки". Модель виконує такі операції (жовтий):

1. розраховує кількість будівель та площу забудови;
2. додає поле "Щільність";
3. приєднує дані про площу ділянок;
4. обчислює щільність за формулою  $(\text{Площа\_забудови} \cdot 100) / \text{Площа\_ділянок}$ .

Результати (зелений) відображають показники щільності забудови території.

[рис.3.33]

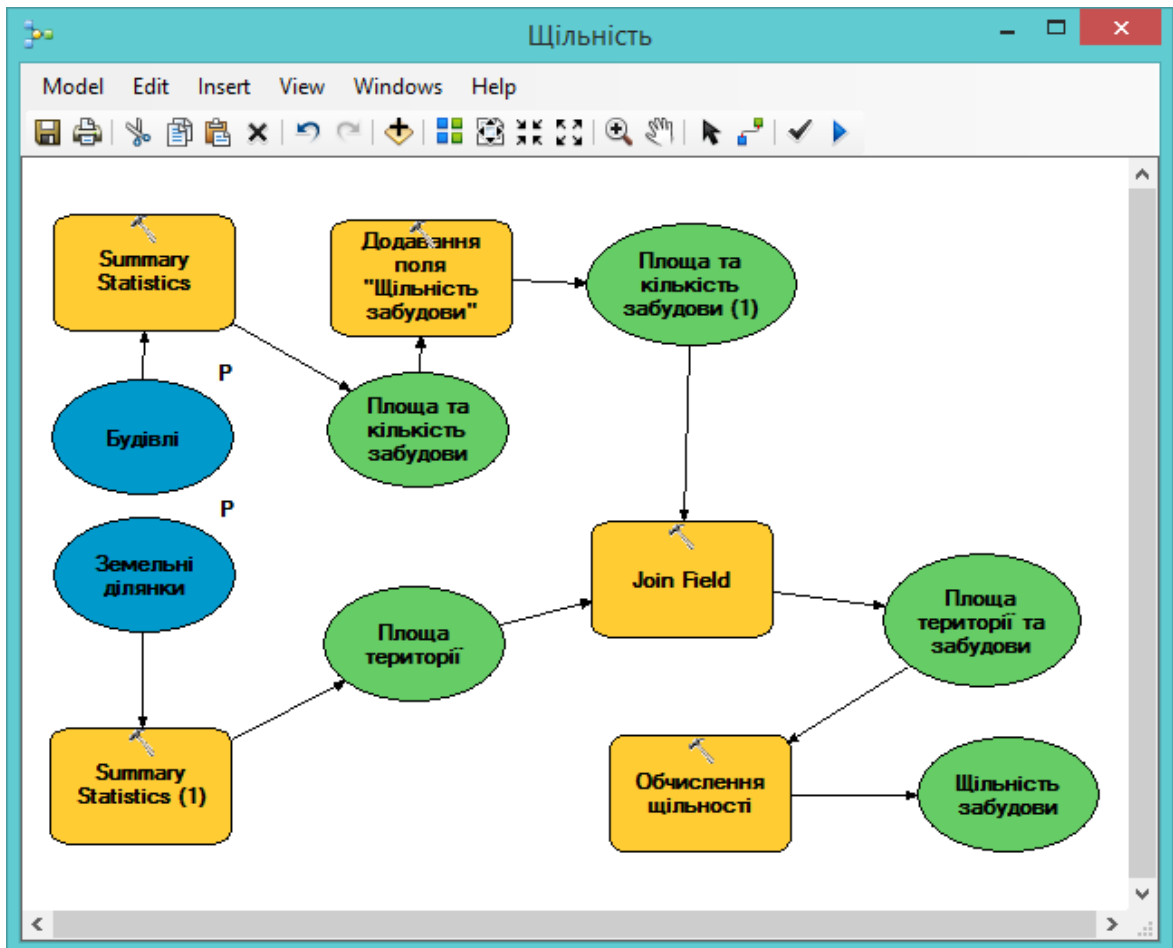
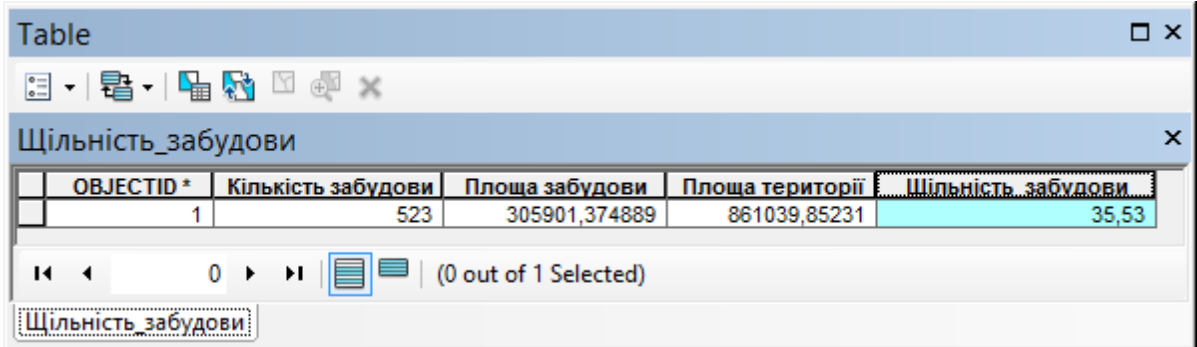


Рис.3.10. Модель для обчислення кількості та щільності забудови

В результаті роботи моделі отримуємо таблицю (рис.3.11) в якій відображені дані, які необхідно було визначити, а саме:

- кількість забудови: 523 об'єкта;
- площа забудови: 305901,37м<sup>2</sup>;
- площа території: 861039,85м<sup>2</sup>;
- щільність забудови: 35,53%.



The screenshot shows a window titled "Table" with a toolbar and a table titled "Щільність\_забудови". The table contains one row of data. Below the table is a navigation bar with a page number "0" and a selection status "(0 out of 1 Selected)". At the bottom, there is a search bar containing the text "Щільність\_забудови".

OBJECTID *	Кількість забудови	Площа забудови	Площа території	Щільність_забудови
1	523	305901,374889	861039,85231	35,53

Рис.3.34. Результат роботи моделі

## ВИСНОВОК

Це дослідження фокусується на розробці **бази геопросторових даних** для **екологічного моніторингу в Київській області**. Аналіз поточної системи виявив суттєві недоліки: **відсутність єдиної координації між відомствами, застаріле обладнання та методи досліджень, а також недосконалість самої концепції моніторингу**.

Перехід від паперових звітів до сучасної геопросторової бази даних дозволить **усунути дублювання спостережень, забезпечити точніші дані, оптимізувати витрати та підвищити обґрунтованість управлінських рішень**, що зрештою покращить екологічну ситуацію в регіоні.

Крім того, підкреслюється, що ефективне **управління міською інфраструктурою**, включаючи національні музеї, вимагає сучасної інформаційної системи. **Геоінформаційні системи (ГІС)** є основою такої системи, дозволяючи накопичувати, узагальнювати та аналізувати різноманітні геопросторові дані для підтримки прийняття рішень щодо міських територій, інженерних систем та дорожньої мережі. Для України це ключовий крок до створення **національної інфраструктури геопросторових даних** для сталого розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ArcGIS .x for Desktop system requirements [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://resources.arcgis.com/en/help/system-requirements//index.htm#/ArcGIS\\_for\\_Desktop/015100000002000000](http://resources.arcgis.com/en/help/system-requirements//index.htm#/ArcGIS_for_Desktop/015100000002000000).
2. D2.8.III.2 INSPIRE Data Specification on Buildings — Technical Guidelines. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/bu>.
3. Erase — Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/analysis/erase.htm>.
4. PostGIS — Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.postgis.net>.
5. PostgreSQL: About. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.postgresql.org/about>.
6. QGIS. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.qgis.org/uk/site/about/index.html>.
7. Types of geodatabases — ArcGIS Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>.
8. Using Select By Location — Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/map/working-with-layers/using-select-by-location.htm>.
9. What is ModelBuilder? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>.
10. What is Python? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/python/what-is-python-.htm>.
11. Айлікова Г. В. Структура та принципи побудови каталогу класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації / Г. В. Айлікова, В. В. Янчук, Д. В. Горковчук, Ю. В. Кравченко, О. І. Сингаївська // Містобудування та територіальне планування. — 2013. — Вип. 47. — С. 27-36.
12. Державний класифікатор будівель та споруд (ДК 018-2000). Затверджено і введено в дію наказом Держстандарту України від 17.08.2000 № 507.
13. Єршоміна Н. В. Проектування баз даних: Навч. посіб. / Н. В. Єршоміна — К.: КНЕУ, 1998. — 205 с.
14. Закон України "Про архітектурну діяльність" №687-XIV від 20.05.1999р.
15. Закон України "Про національну програму інформатизації" №74/98-ВР від 04.02.1998р.
16. Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" №3038-VI від 17.02.2011р.

17. Закон України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" №353-ХІV від 23.12.1998р.
18. Карпінський Ю. О. Формування національної інфраструктури просторових даних — пріоритетний напрям топографо-геодезичної та картографічної діяльності / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. — 2001. — № 3. — С. 65-74.
19. Карпінський Ю.О. Склад та принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Ясуюкі Окада // Інженерна геодезія. — 2016. — Вип. 63. — С. 110-121.
20. Клименко Є.В. Технічна експлуатація і реконструкція будівель та споруд: підручник для студ. вищих навч. закладів / Є.В. Клименко. — К.: Центр навчальної літератури, 2004. — 300с.
21. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Геоінформаційне забезпечення моніторингу природних комплексів / Н. Ю. Лазоренко-Гевель // Містобудування та територіальне планування. — 2012. — Вип. 44. — С. 291-299.
22. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92\*\*. — К.: Укрархбудінформ, 1993. — 107 с.
23. Малишев О. М. Нове в законодавстві щодо безпечної експлуатації будівель / О. М. Малишев, Н. О. Костира // Охорона праці. — 2015. — № 5. — С. 30-31.
24. Матейчик В.П. До вибору гіс-програм для візуалізації рівня забруднення автомобільних доріг / В. П. Матейчик, Г. О. Вайганг, К.В. Римарук // Вісник [Національного транспортного університету]. — 2013. — № 27. — С. 125-130.
25. Наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства №76 від 17.05.2005р. "Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій".
26. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №173 від 19.06.96 "Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів" із змінами від 31.08.2009.
27. Настільна ГІС. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://esri.kiev.ua/produkti/7-nastlna-gs.html>.
28. Основи роботи в СУБД Oracle. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://elearning.sumdu.edu.ua/free\\_content/lectured:a8104441b8e00905159c1ff04257b014d456247/20151109195846/180104/index.html](http://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:a8104441b8e00905159c1ff04257b014d456247/20151109195846/180104/index.html).
29. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.1994р.

30. Пасічник В. В. Організація баз даних та знань: підручник. / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. — К.: Видавнича група ВНУ, 2006. — 384 с.
31. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 №559 "Про містобудівний кадастр".
32. Проект Закону України "Про Національну інфраструктуру геопросторових даних" від 10.11.2016.
33. Проміжні результати пілотного проекту зі створення прототипу національної інфраструктури геопросторових даних. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://land.gov.ua/derzhheokadastr-prezentuvav-promizhni-rezultaty-pilotnoho-proektu-zi-stvorennia-prototypu-natsionalnoi-infrastruktury-heoprosorovykh-danykh>.
34. Різниця між будівлями та спорудами. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dovidka.biz.ua/riznitsya-mizh-budivlya-ta-sporuda>.
35. Свігличний О.О. Основи геоінформатики: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. О. Свігличний, С. В. Плотницький. — Суми: ВТД "Унів. кн.", 2006. — 295 с.
36. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. — Офіц. вид. — К.: Укрархбудінформ, 2009. — 37 с.
37. СОУ 742-33739540 0011:2010 "Комплекс стандартів База топографічних даних Каталог об'єктів і атрибутів". — К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України. — 2010. — 200с.
38. Цимбалюк В. С. Основи інформаційного права України: навч. посіб. / В.С. Цимбалюк, В.Д. Гавловський, В.В. Гриценко та ін.; За ред. М.Я. Швеця, Р.А. Калюжного та П.В. Мельника. — К.: Знання, 2004. — 274 с.
39. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу: навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Х.: ХНУМГ, 2014. — 330 с.
40. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. — Х.: ХНАМГ, 2010. — 313 с.
41. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування Під редакцією проф. І Ковальчука. І Ковальчук. П. Волошин. А. Михнович, Й. Вншневський, С Кукурудза, А Мельник, Б. Муха, М Петровський, І. Ярема, І. Горбань.—Львів.ГО"Опілля",2009. —608с (Серія «Скарбниця Опілля» Освіта і наука).
42. Екологічний моніторинг довкілля [Електронний ресурс] <http://www.menr.gov.ua/index.php/monitoring>
43. Моніторинг Wikipedia [Електронний ресурс] Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/Моніторинг>

44. Стандарт Міністерства Охорони Навколишнього Природного Середовища України. Комплекс стандартів «База топографічних даних Загальні вимоги» СОУ 742-33739540 0010:2010. Видання офіційне
45. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»;
46. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод»;
47. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель»;
48. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення».
49. Земельне законодавство України: Збірник нормативних актів, судової та арбітражної (господарської) практики: у 2 кн. - 2-ге вид., переробл. та допов. / За ред. А.С. Даниленка, Ю.Д. Білика, О.О. Погрібного, В.В. Кулійча; Упоряд.: Є.С. Бердніков, П.П. Пастушенко, Я.М. Коновода. - К.: Урожай, 2002. - Кн. 1. - 688 с.; Кн. 2. - 672 с.
50. Рішення Київської обласної Ради від 28.12.2011 №249-14-VI