

НАУКОВА РОБОТА
під шифром "БД будівель"

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД, ЯК ОБ'ЄКТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ.....	4
1.1. Визначення будівель та споруд як базових геопросторових даних	4
1.2. Аналіз нормативно-методичного забезпечення будівель та споруд	6
1.3. Стан інформатизації будівель і споруд в Україні	8
1.4. Обґрунтування завдання наукової роботи	8
РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	11
2.1. Концептуальна модель бази геопросторових даних	13
2.2. Каталог об'єктів та атрибутів бази геопросторових даних	15
2.3. Логічна модель бази геопросторових даних	15
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ТА ПРОВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ	18
3.1. Аналіз програмного забезпечення для реалізації запроєктованої БГД.....	18
3.2. Дослідна реалізація БГД в середовищі ArcGIS 10.2	19
3.3. Обґрунтування та вибір інструментів просторового аналізу і побудова технологічної схеми використання БГД.....	24
3.4. Розроблення алгоритмів спеціалізованих функцій геопросторового аналізу використання бази геопросторових даних будівель та споруд.....	26
ВИСНОВОК.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	33

ВСТУП

Інтеграція України в Європейське співтовариство і необхідність комплексного розвитку великих і малих міст вимагають від міських, районних та обласних адміністрацій вивіреної політики. Управління населеним пунктом — 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.

Метою даної наукової роботи є проектування бази геопросторових даних будівель та споруд, як складової єдиної цифрової топографічної основи України, яка на даних час відсутня та тільки проектується. Планується, що запроектована база геопросторових даних будівель та споруд може бути використана у складі ГІС або як окрема спеціалізована БГД, яку можна було б гармонізувати з іншими БГД та кадастрами, наприклад, з містобудівним кадастром.

Завдання наукової роботи: аналіз сучасного стану інформатизації будівель та споруд в Україні; створення концептуальної та логічної геоінформаційних моделей бази геопросторових даних будівель та споруд; проектування БГД будівель та споруд та її дослідна реалізація на прикладі району м. Києва; застосування спеціалізованих функцій геопросторового аналізу та моделювання для проведення досліджень над реалізованою БГД будівель та споруд.

Методи дослідження: теорії баз даних та об'єктно-орієнтованого моделювання для створення геоінформаційних моделей бази геопросторових даних будівель та споруд; геоінформаційного аналізу та моделювання.

Необхідні геопросторові дані для виконання наукового проектування у вигляді шейп-файлів було надано Комунальною організацією "Інститут Генплану міста Києва". Дані подані в місцевій системі координат міста Київ..

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТНОЇ СФЕРИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД, ЯК ОБ'ЄКТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

1.1 Визначення будівель та споруд як базових геопросторових даних

З найдавніших часів людина прагнула не тільки зайняти своє місце в навколишньому світі, але і захистити його. Логічним результатом такої діяльності стала поява будівель і споруд. Раніше для їх зведення використовувалися примітивні будівельні матеріали, а сьогодні — передові технології, що прискорюють виробничі процеси і захищають екологію.

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

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

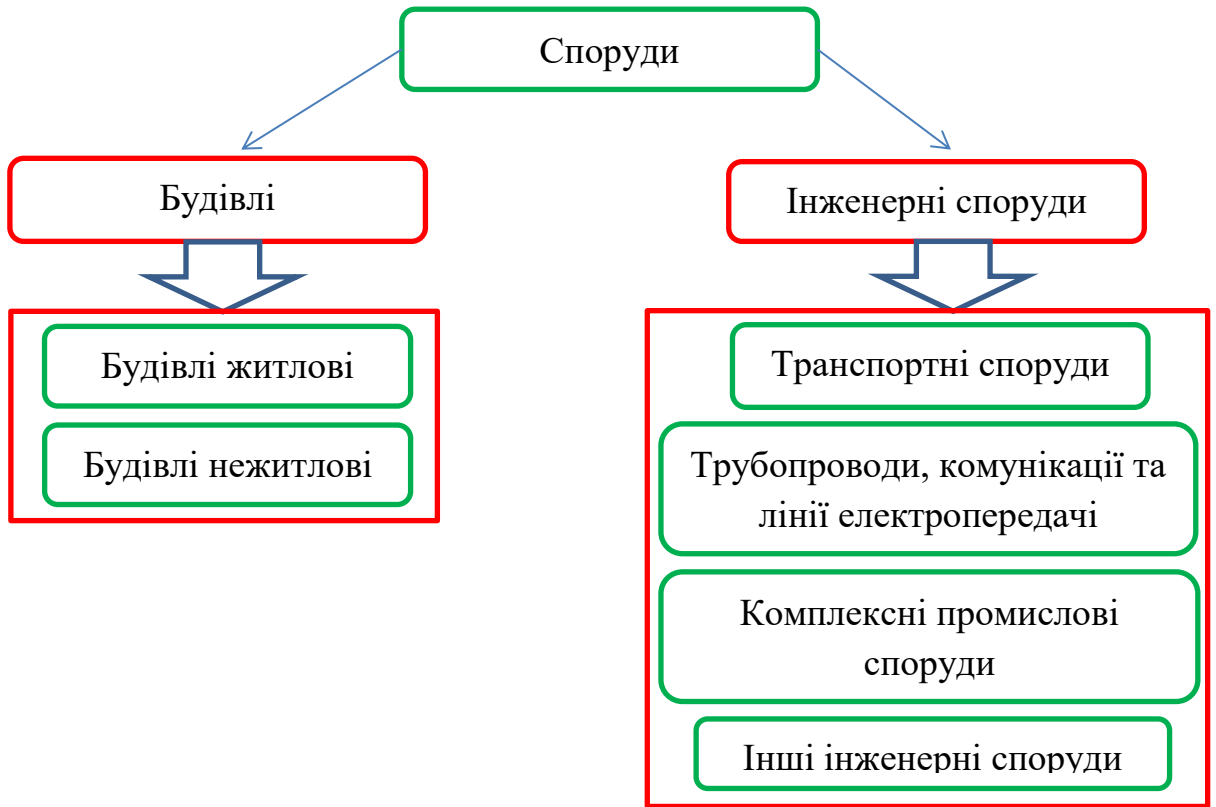


Рис.1.1. Класифікація будівель та споруд за Державним класифікатор будівель та споруд

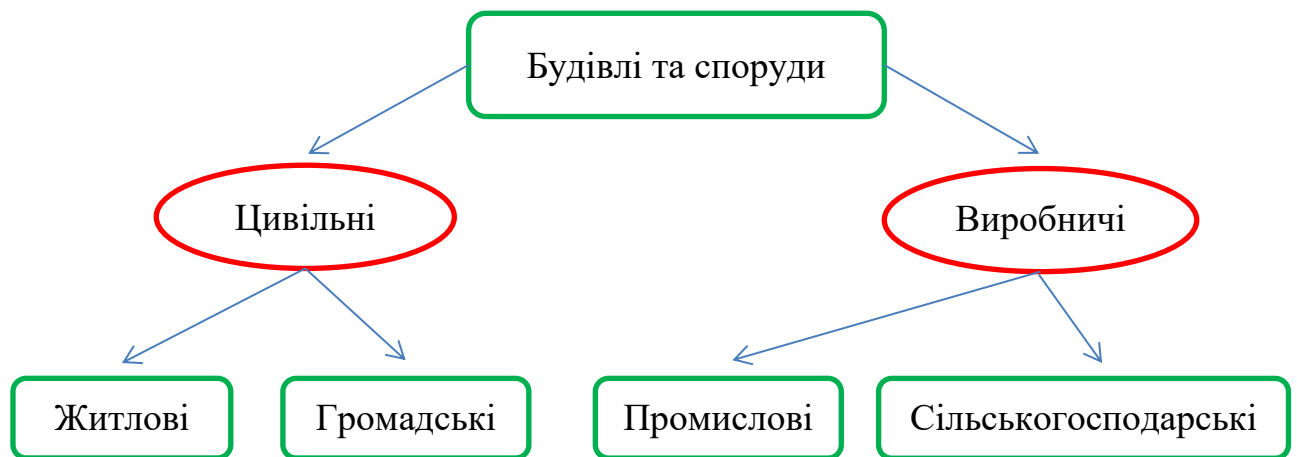


Рис.1.2. Класифікація будівель та споруд за функціональним призначенням

Базові набори геоданих — загальногеографічні та інші просторові дані, що широко використовуються.

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].

1.2. 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; 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 від 24.01.94 №3); Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 (Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999р. і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України); міжнародні стандарти серії ISO 19100 "Географічна інформація/Геоматика"; специфікації D2.8.III.2 INSPIRE Data Specification on Buildings – Technical Guidelines та ELF Data Specification.

Існуюча нормативно-технічна і правова база житлових будинків не в повній мірі відповідає сучасним вимогам технічного нормування та стандартизації, не враховує стан інженерно-технічного оснащення будівельної бази, а також зміни в чинному законодавстві.

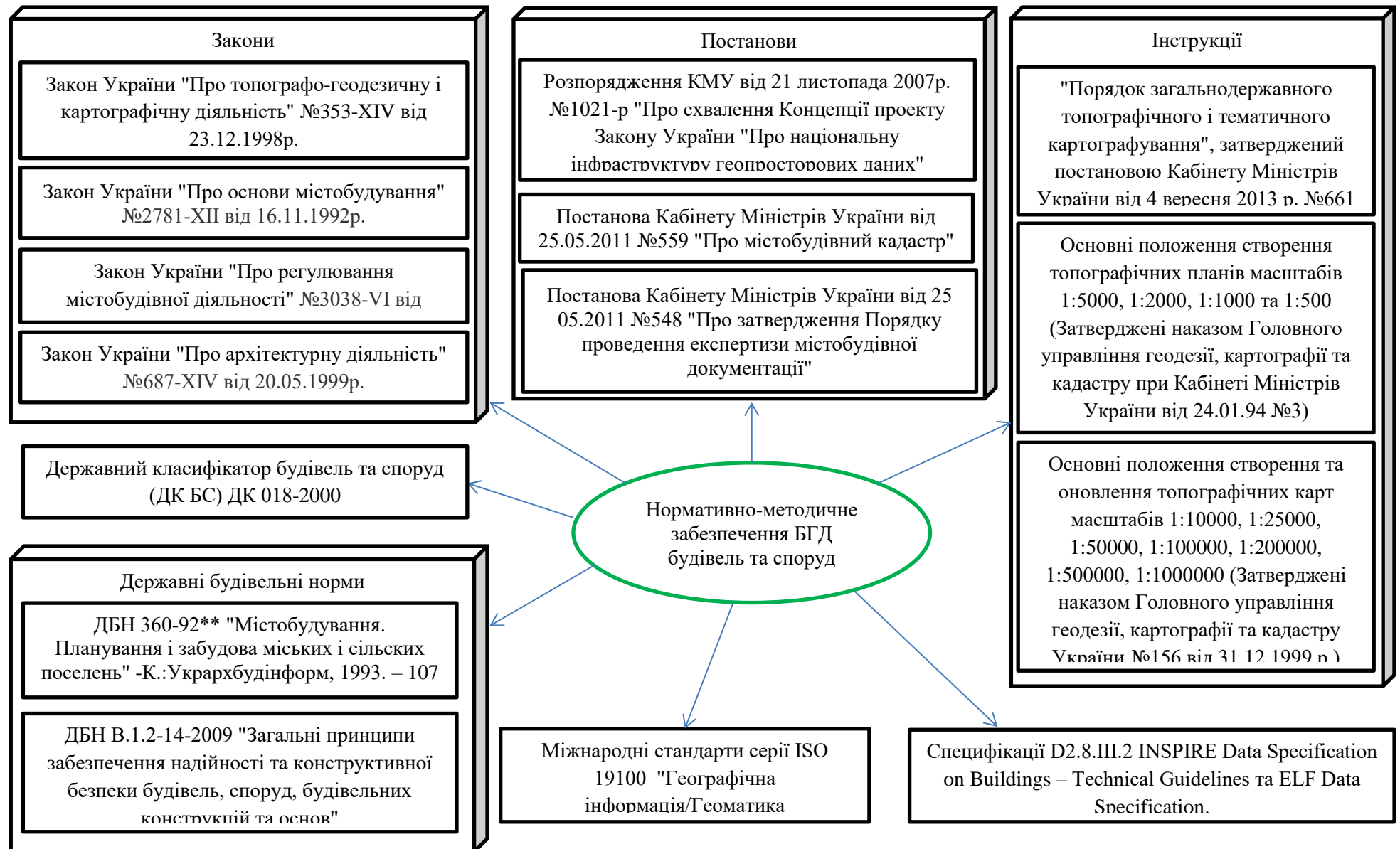


Рис.1.3. Нормативно-методичне забезпечення БГД будівель та споруд

1.3. Стан інформатизації будівель і споруд в Україні

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.

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.

1.4. Обґрунтування завдання дослідження

Управління населеним пунктом — 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.

Основним завданням наукової роботи є проектування бази геопросторових даних будівель та споруд, як складової єдиної цифрової топографічної основи України, яка на даний час відсутня та тільки проектується.

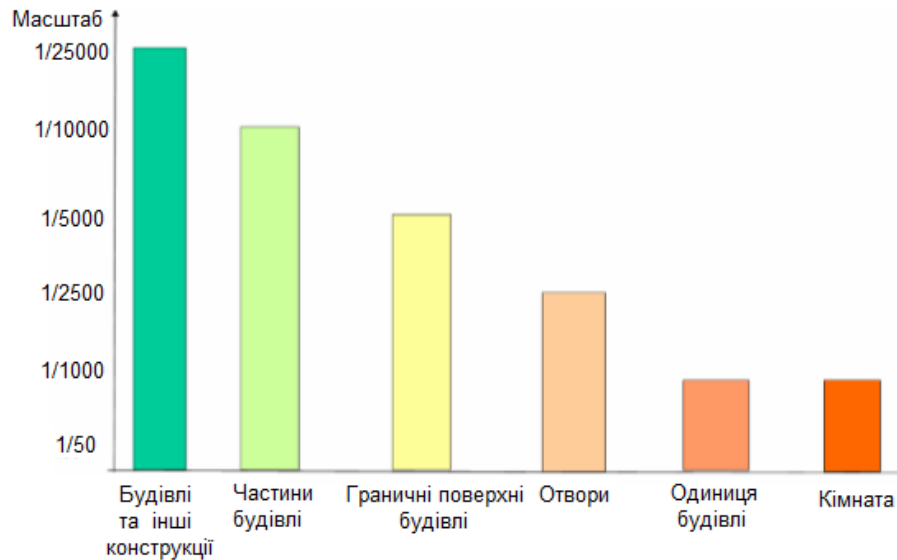


Рис.1.5. Масштабний діапазон для типів об'єктів, пов'язаних з будівлями [3]

Рівень деталізації даних про будівлі повинен бути послідовним, тобто позиційна точність геометричного подання повинна бути адаптована до масштабного діапазону відповідних типів об'єктів [3].

Таблиця 1.1

Рекомендований мінімальний масштаб і точність для різних можливих рівнів деталізації даних про будівлі [3]

Рівень деталізації	0 (2D) 1 (3D)	0 (2D) 1 (3D)	2	3 (3D)	4
Тип об'єктів	Будівля	Будівля, частина будівлі	Будівля, частина будівлі, граничні поверхні будівлі	Будівля, частина будівлі, граничні поверхні будівлі, отвори	Будівля, частина будівлі, граничні поверхні будівлі, отвори, одиниці будівлі, кімнати
Масштаб	1/25000	1/10000	1/5000	1/2500	1/1000
Точність	5м	2м	1м	0,5м	0,2м

Дослідну реалізацію бази геопросторових даних будівель та споруд буде здійснено на прикладі м.Києва в середовищі ArcGIS 10.2.

Необхідні геопросторові дані для виконання наукового проектування у вигляді шейп-файлів було надано Комунальною організацією "Інститут Генплану міста Києва". 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 (рис.1.6), яка за адміністративно-територіальним поділом відноситься до Шевченківського району та обмежується вулицями: Дягтярівська, Деревлянська, Мельникова, Сім'ї Хохлових та східною частиною Лук'янівського кладовища. Більшу частину території займає ВАТ "Київський мотоциклетний завод". Координати центральної частини території у системі WGS-84: 50°28'01.9"N, 30°27'44.4"E.

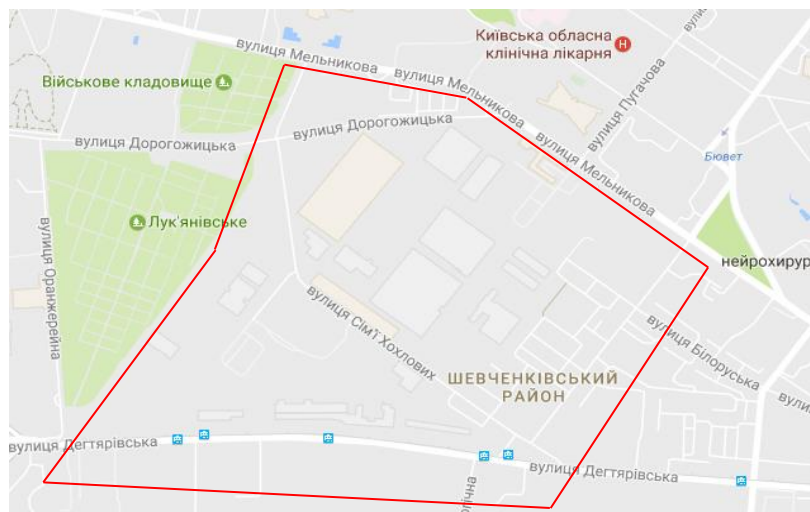


Рис.1.6. Зображення території в Google Maps

РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

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.

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.

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

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

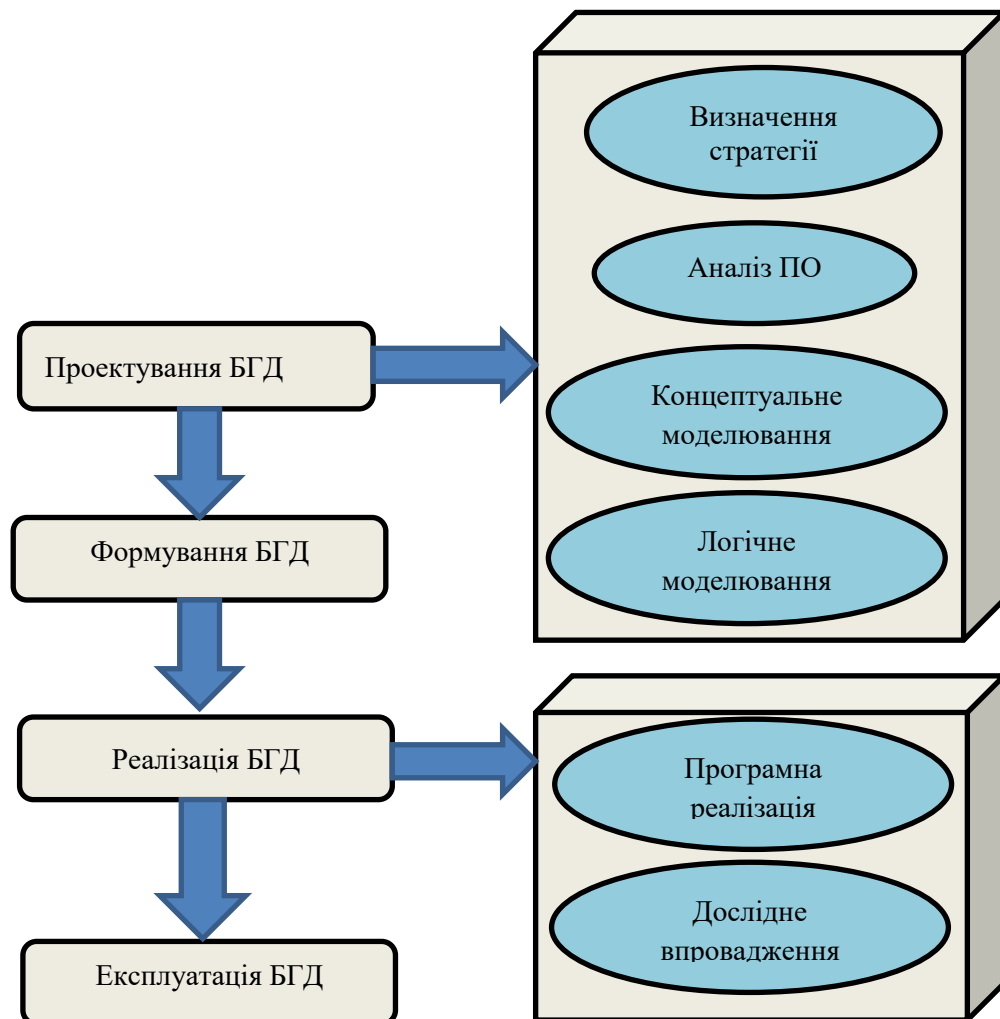


Рис.2.1. Процес створення БГД

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.

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].

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..*).

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.

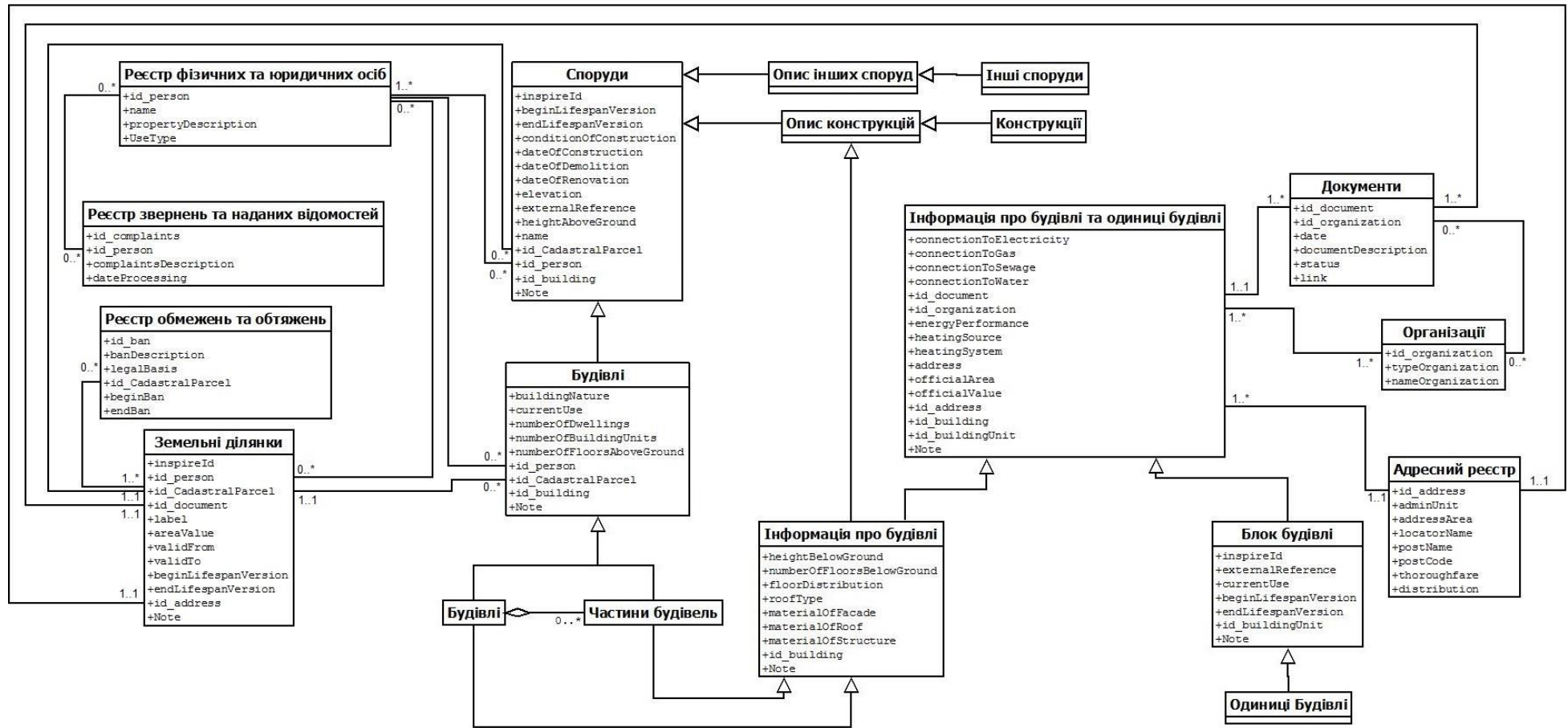


Рис.2.2. Концептуальна модель БГД будівель та споруд

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.

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.

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.

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 запроектовані самостійно з огляду на необхідність їх використання в даній БГД.

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.

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

Результатом логічного проектування є організація даних, виділених на попередньому етапі проектування у форму, прийнятну 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].

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.

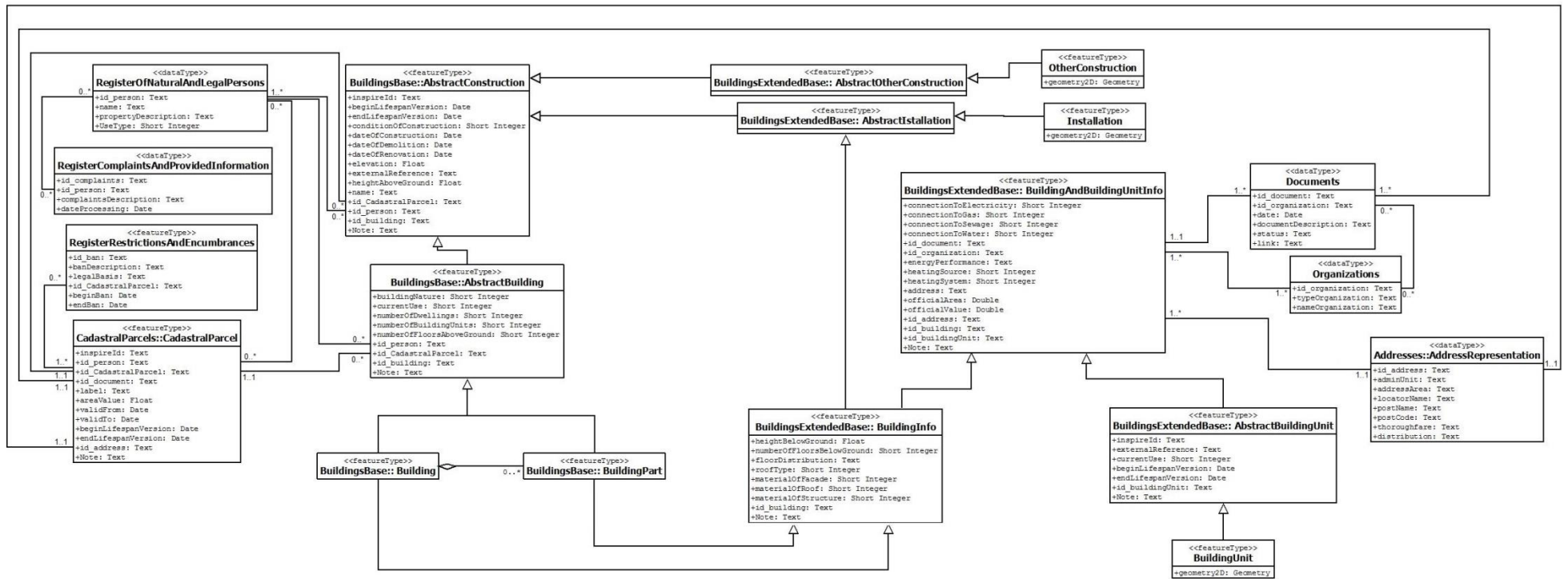


Рис.2.3. Логічна модель БГД будівель та споруд

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

3.1. Аналіз програмного забезпечення для реалізації запроектованої БГД

Програмні засоби, призначені для роботи з просторовими даними, представляють в наш час досить різноманітний і такий що постійно розширюється сегмент комп'ютерного ринка програмного забезпечення [46].

Аналіз програмного забезпечення для реалізації БГД доцільно розділити на аналіз СКБД та інструментальних ГІС, в яких використовуються різноманітні СКБД. При цьому, варто їх ще поділити на комерційні (пропріетарні) та вільні (безкоштовні, з відкритим кодом) (рис.3.1).

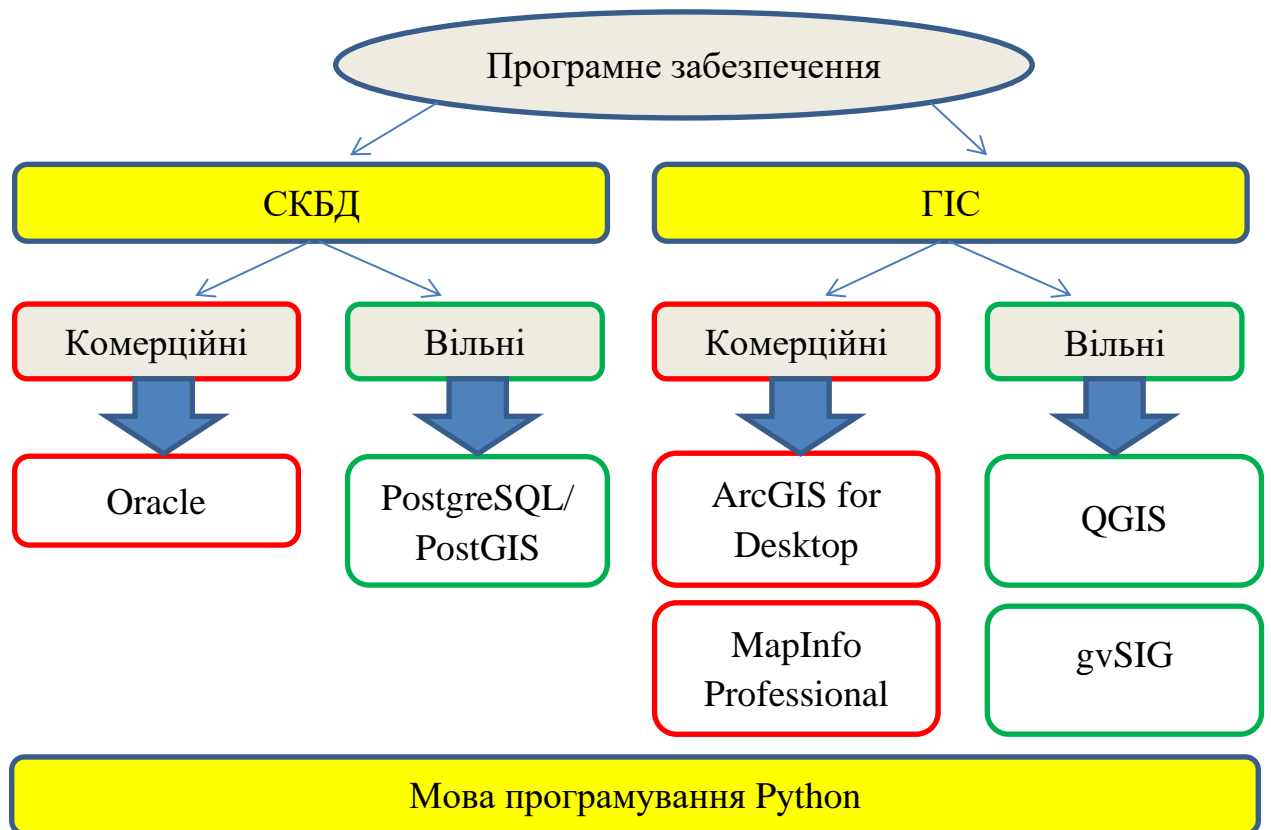


Рис.3.1. Аналіз програмного забезпечення

Як відомо, система керування базами даних (СКБД) — це сукупність мовних і програмних засобів, призначених для створення, ведення і сумісного використання БД багатьма користувачами [38].

Оскільки для реалізації запроєктованої БГД будівель та споруд буде використано програмне забезпечення ArcGIS 10.2, розглянемо цей продукт більш детально.

3.2. Дослідна реалізація БГД в середовищі ArcGIS 10.2

Дослідну реалізацію бази геопросторових даних будівель та споруд буде здійснено на прикладі м.Києва в середовищі ArcGIS 10.2, 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 даній науковій 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.3.2). 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.

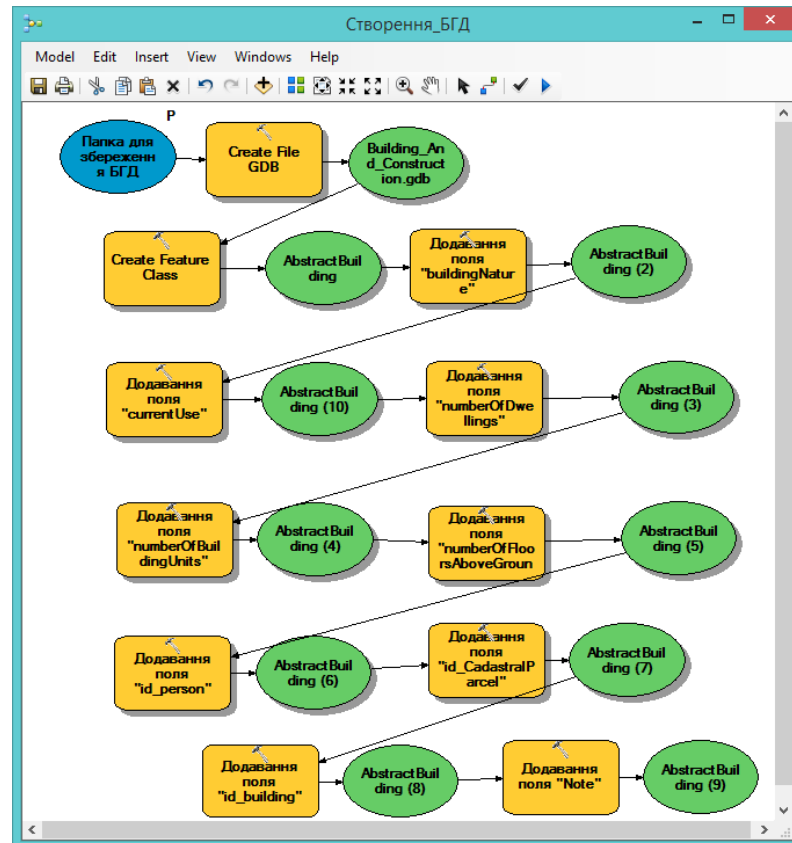


Рис.3.2. Модель для створення БГД та просторового об'єкту "AbstractBuilding"
Інші об'єкти БГД створимо за допомогою ArcCatalog (рис.3.3).

The 'New Feature Class' dialog box displays a table of field names and data types. Below the table, there is a section for 'Field Properties' with a table of properties and values.

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
heightBelowGround	Float
numberOfFloorsBelowGround	Short Integer
floorDistribution	Text
roofType	Short Integer
materialOfFacade	Short Integer
materialOfRoof	Short Integer
materialOfStructure	Short Integer
id_building	Text
Note	Text

Field Properties	Value
Alias	Примітка
Allow NULL values	Yes
Default Value	
Length	500

Buttons: < Назад, Finish, Скасувати

Рис.3.3. Створення шару "BuildingInfo" в ArcCatalog. Додавання полів

Як видно з рис.3.3, 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.3.4).

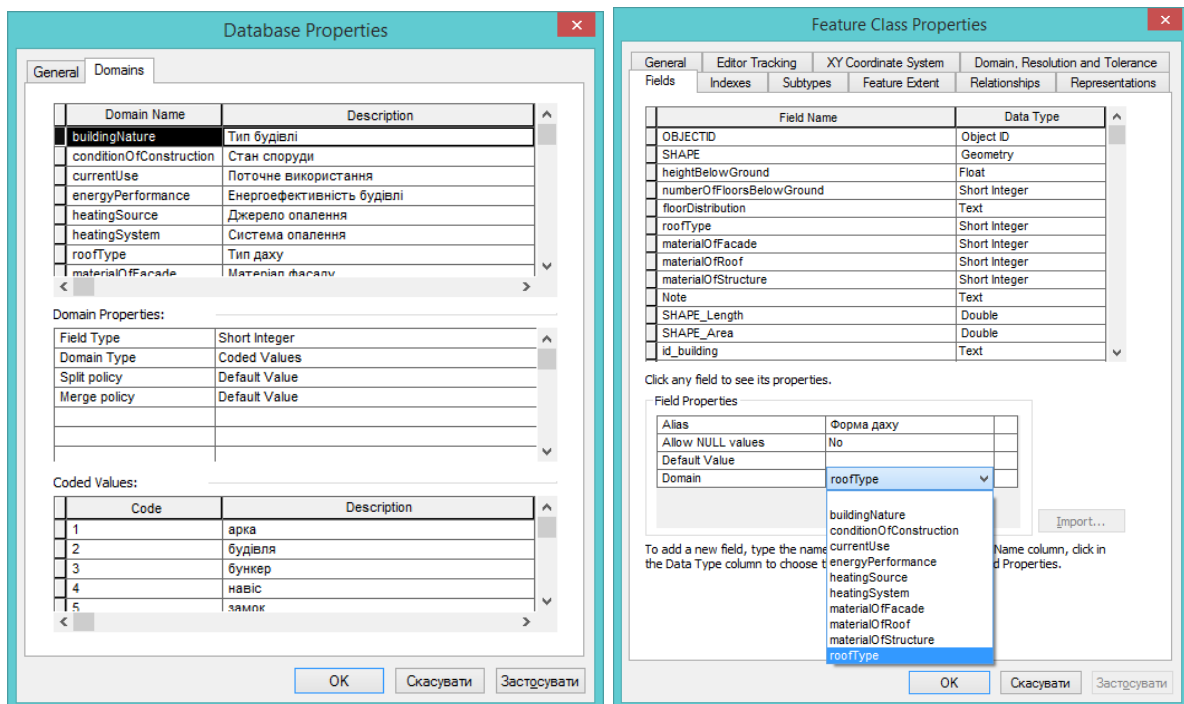


Рис.3.4. Формування доменів значень та їх задання полям атрибутивних таблиць

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.3.5).

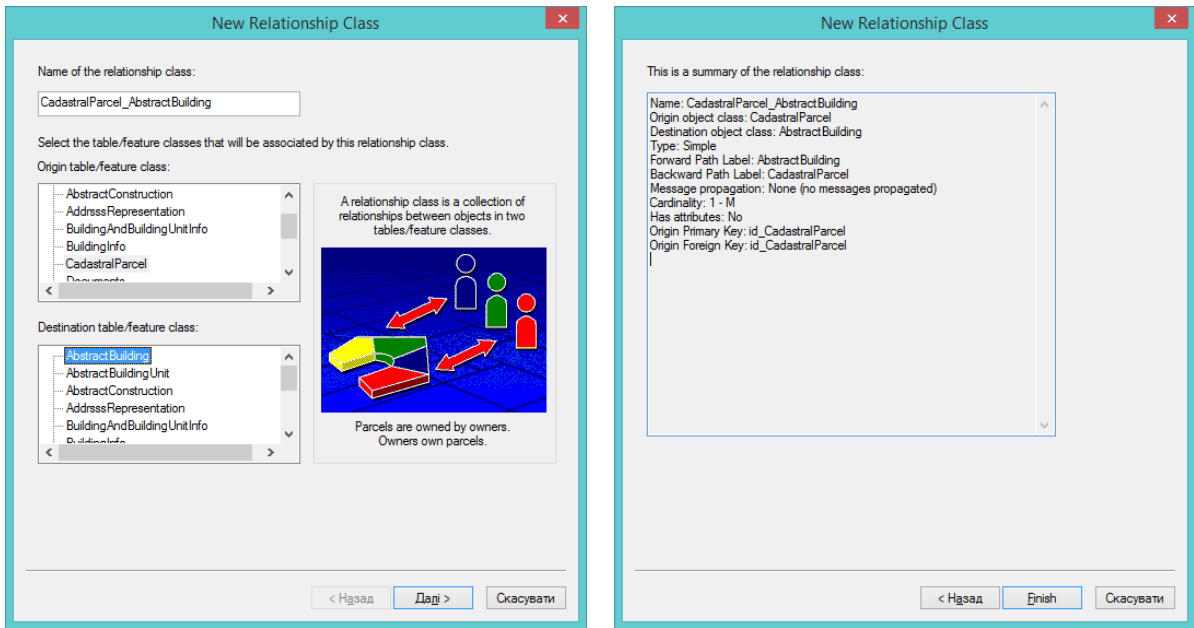


Рис.3.5. Встановлення зв'язку між шарами CadastralParcel та AbstractBuilding

На рис.3.5 зображені перша та остання сторінки функції створення Relationship Class. На правому зображенні — параметри зв'язку.

У результаті створення запроєктованої БГД будівель та споруд отримали 7 шарів просторових об'єктів, 5 таблиць та 18 класів відношень (рис.3.6).

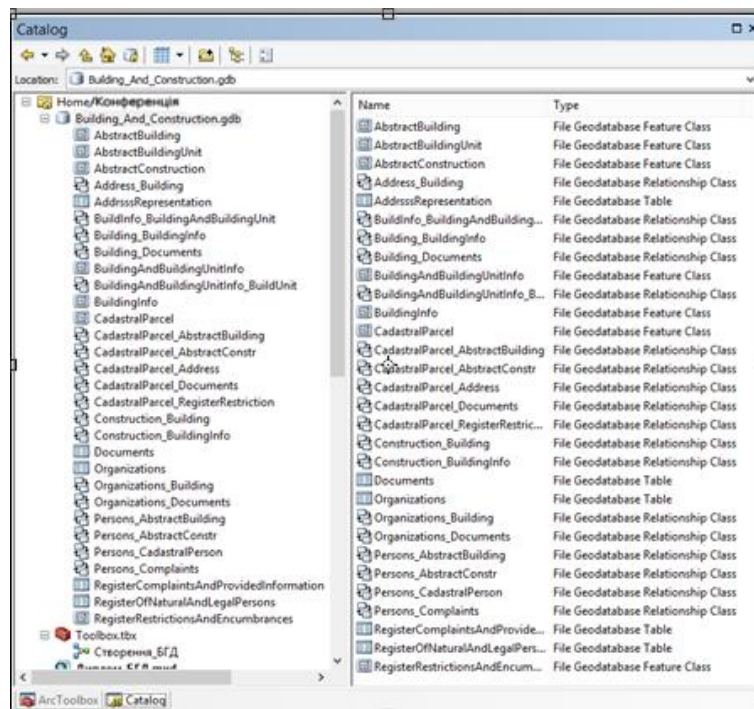


Рис.3.6. Створена БГД будівель та споруд

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.3.7-3.8.

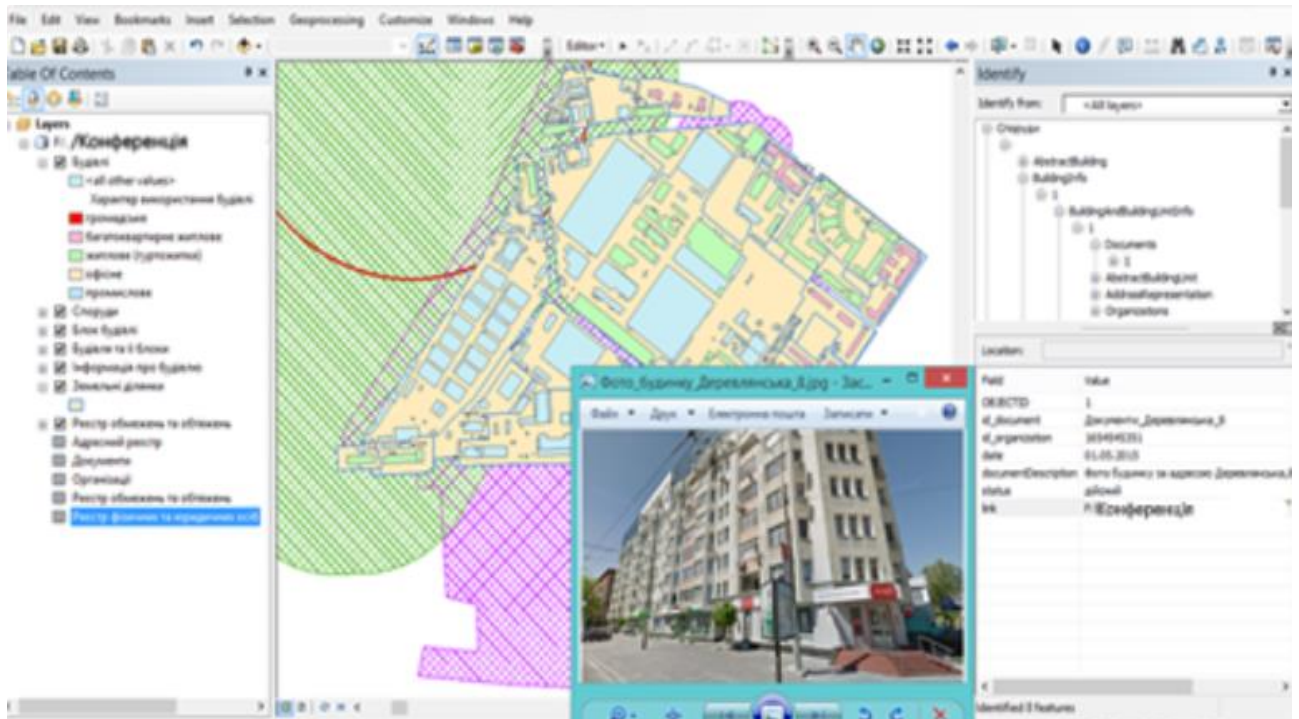


Рис.3.7. Дослідна реалізація БГД будівель та споруд

На рис.3.7 відображений вміст бази геоданих, вигляд шарів, та приклад ідентифікації об'єкта, на якому зображений результат встановлення зв'язків між елементами БГД.

OBJEKTID *	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.3.8. 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.

При виконанні наукової роботи для наочного відображення функціональних можливостей БГД будівель та споруд будуть вирішені наступні завдання просторового аналізу:

1. Розрахунок кількості, щільності та площі забудови на дослідній території.
2. Пошук вільної та найбільш сприятливої (вигідної) ділянки для будівництва (чи відкриття магазину, офісу...).
3. Визначення пішохідної доступності.
4. Вибірка будівель, які розташовані в санітарно-захисних зонах та зонах обмеження забудови.

Завдання щодо визначення площі, щільності та кількості забудови на дослідній території буде вирішено за допомогою побудови моделі в ModelBuilder.

ModelBuilder — це додаток, що використовується для створення, редагування і управління моделями для побудови робочих процесів геооброблення. Моделі геооброблення автоматизують і документують процеси просторового аналізу та управління даними. Модель ModelBuilder відображається у вигляді діаграми, що з'єднує послідовності процесів і інструменти геооброблення, використовуючи вихідні дані одного процесу в якості вхідних іншого.

Для вирішення поставленого завдання в програмному забезпеченні ArcGIS 10.2 буде застосований оверлейний інструмент геооброблення "Erase" (Стирання). Даний інструмент створює клас просторових об'єктів шляхом накладання полігонів стираючого шару на об'єкти вхідного шару. У вихідний шар копіюються тільки ті частини об'єктів вхідного шару, які виходять за межі зовнішніх кордонів стираючого полігону [5].

Визначення пішохідної доступності виконаємо шляхом побудови буферів. Буфер – зона навколо об'єкта, що визначається набором точок на певній відстані від сегментів об'єкта. При побудові буферу (буферного полігону) від кожної вершини об'єкта, за допомогою однакового алгоритму обчислюється буферний зсув. Вихідний буферний полігон будується з отриманих зсувів. В ГІС параметр буферної відстані може бути введений як фіксоване значення або як поле, що містить числові значення [2].

В умовах помірного клімату для більшості об'єктів повсякденного використання, слід рекомендувати гранично допустимий радіус пішохідної доступності - 300 м. Отже, зону пішохідної доступності визначимо буфером з радіусом 300м [33].

Вибірку будівель, які розташовані в санітарно-захисних зонах, виконаємо за допомогою операції "Select By Location" (Вибір за розташуванням). Даний інструмент дозволяє вибрати просторові об'єкти, ґрунтуючись на їх положенні щодо об'єктів в іншому шарі. Можна використовувати безліч методів для вибору точок, ліній або полігонів в одному шарі, які знаходяться поблизу об'єктів в тому ж або іншому шарі або перекриваються з ними. В нашому випадку буде вибрано об'єкти шару "Будівлі", які частково або повністю знаходяться в межах санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови [12].

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.

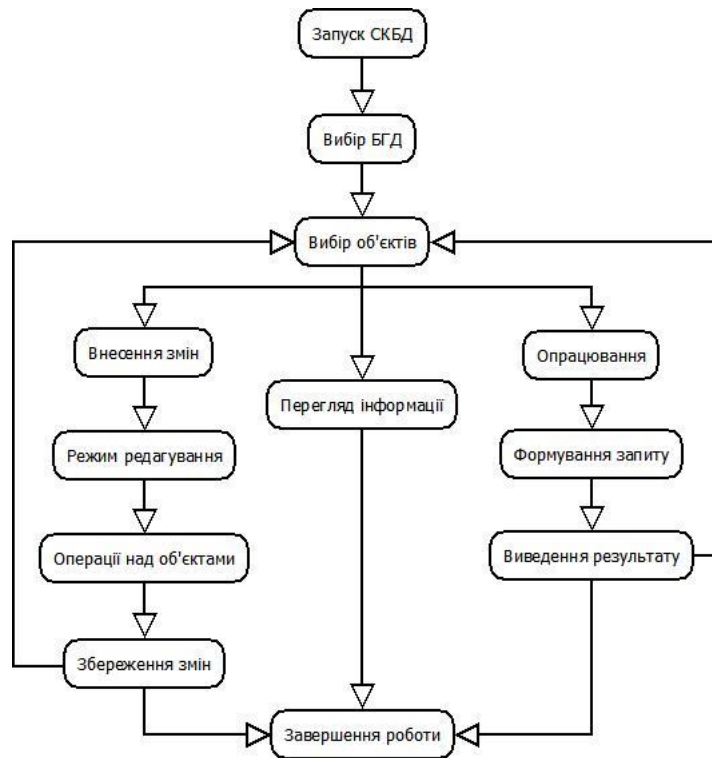


Рис.3.9. Технологічна схема використання БГД

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

Спочатку виконаємо розрахунок кількості, щільності та площі забудови на дослідній території. Як було зазначено у пункті 3.3, дане завдання будемо вирішувати за допомогою моделі ModelBuilder. У всіх моделях ModelBuilder синім кольором позначення вхідні дані, жовтим — операції, зеленим — результат операції.

В моделі для розрахунку кількості та щільності забудови (рис.3.10) вхідними даними є шари "Будівлі" та "Земельні ділянки". Для цих шарів проводиться розрахунок статистики, а саме визначення кількості будинків, площі забудови та площі земельних ділянок відповідно. Після цього в таблицю статистики будівель додаємо поле "Щільність" та виконуємо приєднання до даної таблиці поля з площею земельних ділянок. Останньою операцією є обчислення щільності за формулою " $(\text{Площа_забудови} \cdot 100) / \text{Площа_ділянок}$ ".

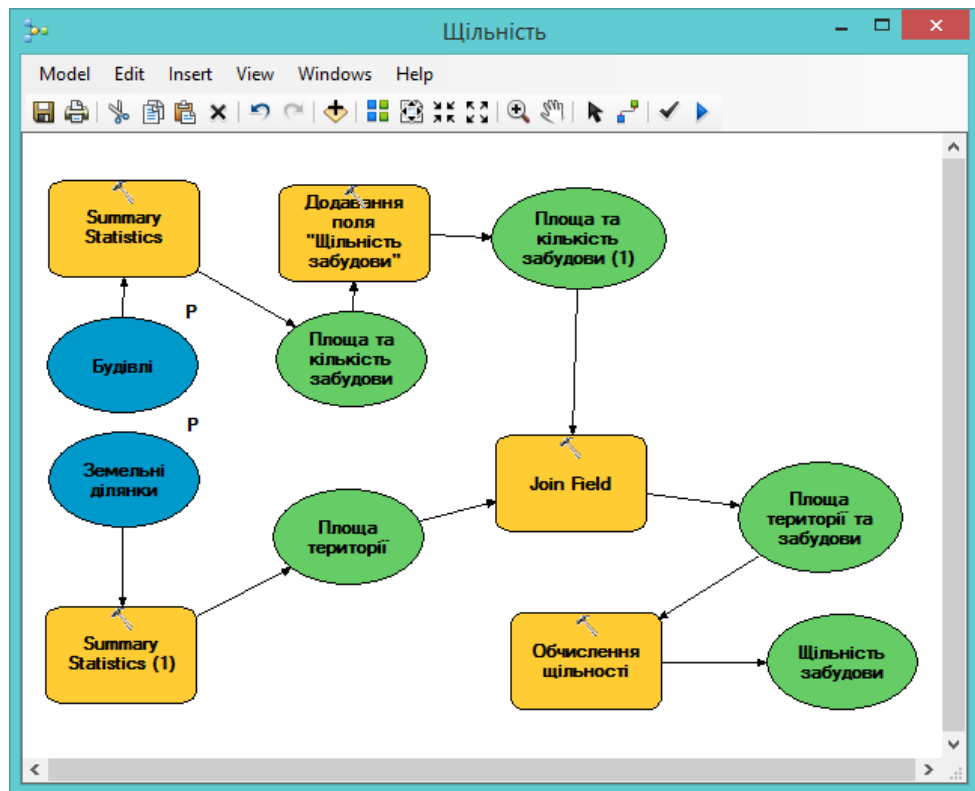


Рис.3.10. Модель для обчислення кількості та щільності забудови

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: 305901,37м²;
- площа території: 861039,85м²;
- щільність забудови: 35,53%.

ОБ'ЄКТІД *	Кількість забудови	Площа забудови	Площа території	Щільність забудови
1	523	305901,374889	861039,85231	35,53

Рис.3.11. Результат роботи моделі

Задача з визначення вільних територій від забудови та санітарно-захисних зон виконується за допомогою моделі ModelBuilder, в якій основною операцією є застосування інструмента "Erase" (Стирання) (рис.3.12). Вихідними є шари

"Будівлі", "Земельні ділянки", "Реєстр обмежень та обтяжень". Використовуючи інструмент "Erase" спочатку видаляємо з шару земельних ділянок будівлі. В результаті отримуємо шар територій, вільних від забудови. Після цього з результуючого шару в попередній операції видаляємо ділянки, які знаходяться в санітарно-захисних зонах або зонах обмеження забудови і в результаті одержуємо шар територій, вільних від забудови та санітарно-захисних зон.

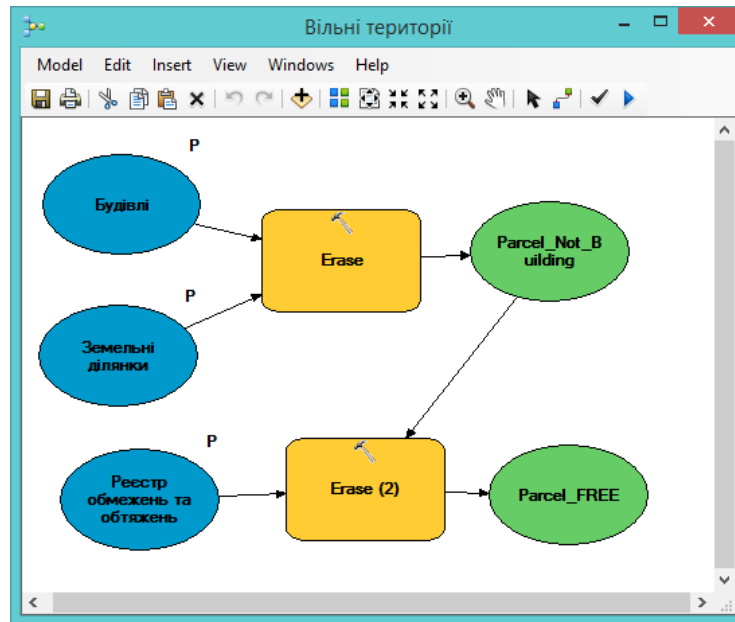


Рис.3.12. Модель для визначення вільних територій

Результат виконання завдання, у вигляді двох шарів зображений на рис.3.13. Темнішим кольором позначена територія, вільна від забудови, світлішим — територія вільна від забудови, санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови.

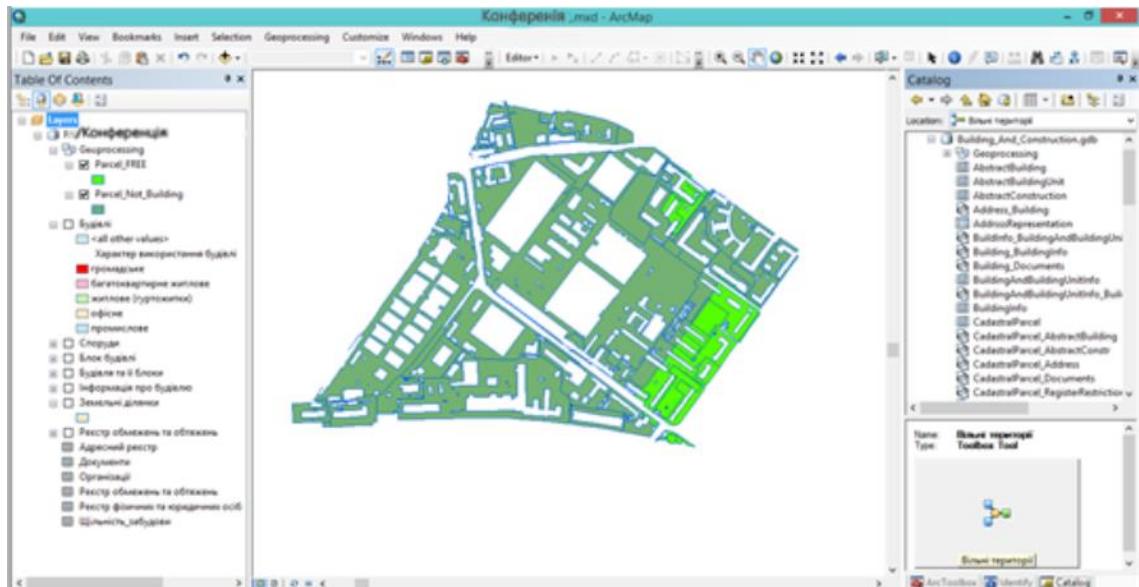


Рис.3.13. Території, вільні від забудови, санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови

Побудову буфера для визначення пішохідної доступності до громадської будівлі виконаємо шляхом написання програмного коду на мові програмування Python (рис.3.14). Для цього спочатку імпортуємо модуль arcpy для роботи з географічними даними та вказуємо робочу базу даних. Потім вказуємо розташування вихідного шару та шару, в який буде збережено громадські будівлі. Наступним кроком є вибірка громадських будівель з вихідного шару в окремий шар за допомогою функції arcpy.Select_analysis. Завершальним етапом є побудова буфера, використовуючи функцію arcpy.Buffer_analysis

```

buffer.py - F:\Конференція\buffer.py
File Edit Format Run Options Window Help
# -*- coding: utf- -*-
# Korshukova A, Galius I.
# Побудова буфера

# Імпорт модуля
import arcpy
# Вказання робочого середовища
arcpy.env.workspace = "F:\Конференція\Building_and_Construction.gdb"
# Задання аргументів
AbstractBuilding = "F:\Конференція\Building_and_Construction.gdb\AbstractBuilding"
Gromad_Bud = "F:\Конференція\Building_and_Construction.gdb\Geoprocessing\Gromad_Bud"
# Вибірка з шару будівель об'єктів громадського призначення
arcpy.select_analysis(AbstractBuilding, Gromad_Bud, "currentUse = 11")
#Побудова буфера
arcpy.Buffer_analysis(Gromad_Bud,
                      "F:\Конференція\Building_and_Construction.gdb\Geoprocessing\Buffer",
                      "300 Meters", "FULL", "ROUND", "NONE")
Ln: 17 Col: 59

```

Рис.3.14. Програмний код Python для побудови буфера

В результаті запуску програмного коду отримуємо буфер за вказаними параметрами (рис.3.15).

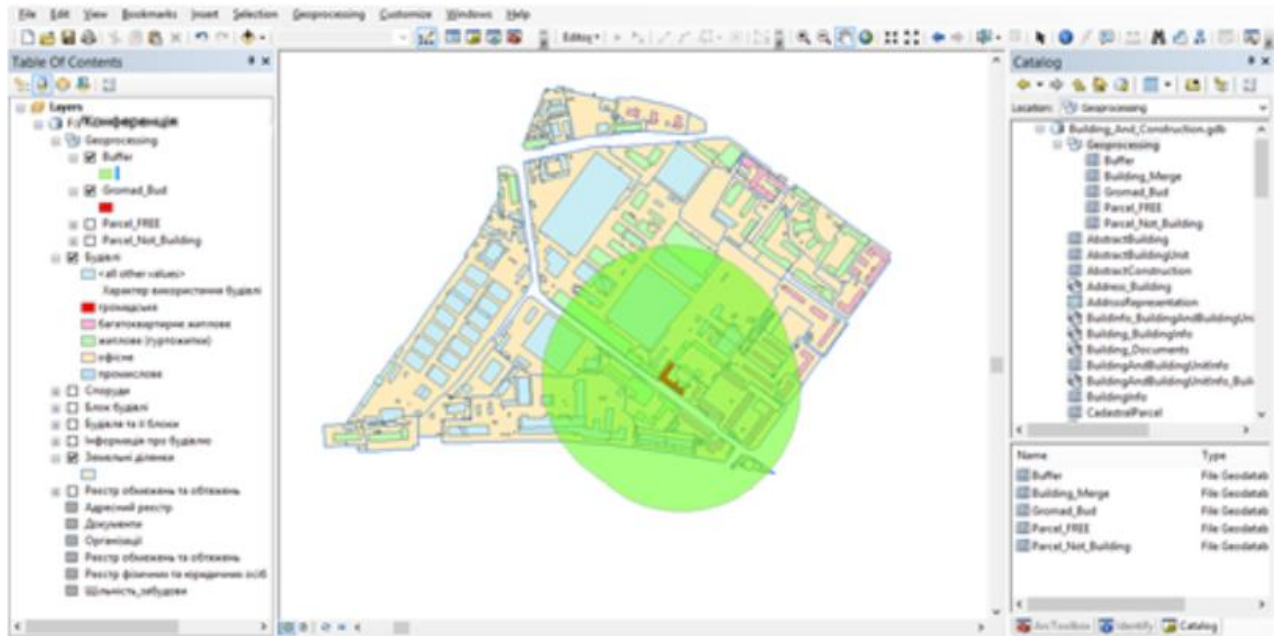


Рис.3.15. Зона пішохідної доступності навколо громадської будівлі

Вибірку будівель, які розташовані в санітарно-захисних зонах, виконаємо за допомогою операції "Select By Location" (Вибірка за розташуванням). В нашому випадку буде вибрано об'єкти шару "Будівлі", які частково або повністю знаходяться в межах санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови (рис.3.16).

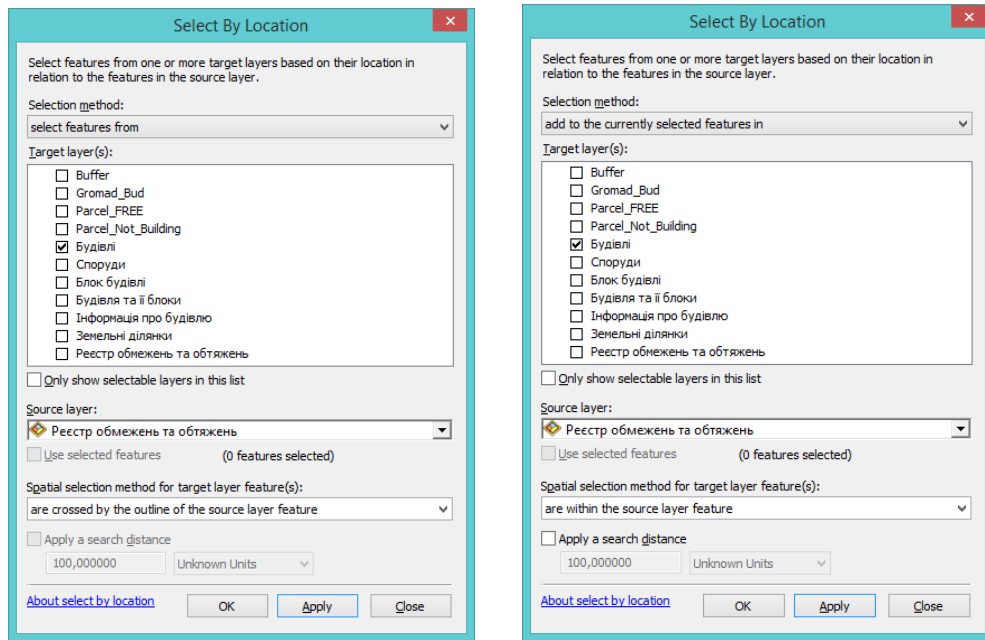


Рис.3.16. Вибірка будівель, які частково або повністю знаходяться в санітарно-захисних зонах або зоні обмеження забудови

Результати вибірки зображені на рис.3.17 у вигляді виділених об'єктів.

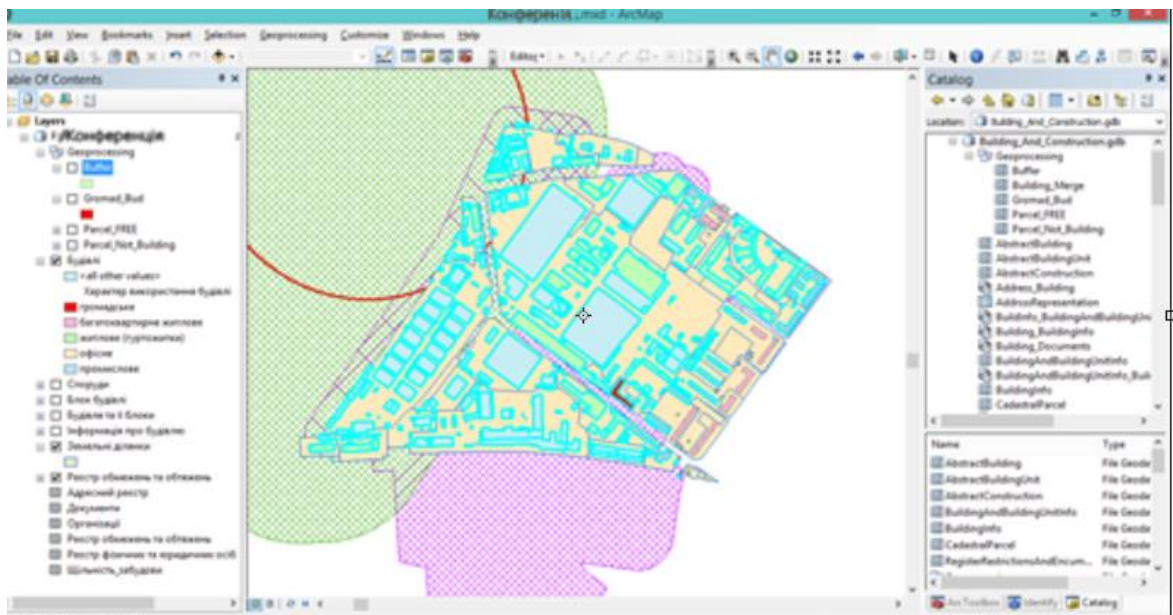


Рис.3.17. Будівлі, які частково або повністю знаходяться в санітарно-захисних зонах або зоні обмеження забудови

ВИСНОВОК

Управління населеним пунктом – 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. Основою такої системи сьогодні повинна бути геоінформаційна система, здатна вирішити задачі накопичення та узагальнення різних за типом та походженням даних, забезпечити потрібний рівень взаємодії різних підрозділів органів місцевого управління та інших підприємств та установ, що забезпечують життєдіяльність міста, зручні механізми подання накопленої інформації та результатів її аналізу.

Використання баз геопросторових даних та геоінформаційних систем як інструментарію дозволить інтегрувати необхідні дані і забезпечити їх інтероперабельність. Крім того застосування ГІС забезпечує можливість прийняття науково обґрунтованих, доказових проектних пропозицій, що спираються на комплексний аналіз сучасного стану та використання території міста, інженерних систем, вулично-дорожньої мережі.

Узагальнюючи все перераховане можна підсумувати, що поставлена мета наукової роботи була досягнута, поставлені задачі вирішені.

Практична цінність роботи полягає у можливості впровадження розробленої бази геопросторових даних будівель та споруд у виробничу експлуатацію, адже дана тематика на сьогоднішній день є досить актуальною на місцевому, регіональному та національному рівнях.

Список використаної літератури

1. ArcGIS 10.2.x for Desktop system requirements [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://resources.arcgis.com/en/help/system-requirements/10.2/index.html#/ArcGIS_for_Desktop/015100000002000000.
2. Buffer — Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/buffer.htm>.
3. D2.8.III.2 INSPIRE Data Specification on Buildings — Technical Guidelines. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/bu>.
4. ELF Data Specification for topographic and administrative reference data at all levels of detail. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://elfproject.eu/sites/default/files/ELF_DataSpecification_v0.12_20160328.pdf.
5. Erase — Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/analysis/erase.htm>.
6. PostGIS — Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.postgis.net>.
7. PostgreSQL. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>.
8. PostgreSQL: About. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.postgresql.org/about>.
9. QGIS. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/QGIS>.
10. QGIS. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.qgis.org/uk/site/about/index.html>.
11. Types of geodatabases — ArcGIS Help. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm>.
12. 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>.

13. What is ModelBuilder? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>.
14. What is Python? [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/python/what-is-python-.htm>.
15. 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.
16. Державний класифікатор будівель та споруд (ДК 018-2000). Затверджено і введено в дію наказом Держстандарту України від 17.08.2000 № 507.
17. Єр'оміна Н. В. Проектування баз даних: Навч. посіб. / Н. В. Єр'оміна — К.: КНЕУ, 1998. — 205 с.
18. Закон України "Про архітектурну діяльність" №687-XIV від 20.05.1999р.
19. Закон України "Про національну програму інформатизації" №74/98-ВР від 04.02.1998р.
20. Закон України "Про основи містобудування" №2781-XII від 16.11.1992р.
21. Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" №3038-VI від 17.02.2011р.
22. Закон України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" №353-XIV від 23.12.1998р.
23. Кайлюк Є.М. Організація і планування ремонту основних фондів житлово-комунального господарства: навч. посібник для студентів спеціальності «Менеджмент організацій». / Є.М. Кайлюк, С.І. Плотницька, О.П. Колонтаєвський. — Х.: ХНАМГ, 2009. — 194 с.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. Крєкотун С.А. Концептуальна модель інформаційної бази системи планування діяльності підприємства / С. А. Крєкотун // Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми формування нової економіки XXI століття" (м. Дніпропетровськ, 19 грудня 2008 року). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.confcontact.com/2008dec/8_krekotun.php.

28. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Геоінформаційне забезпечення моніторингу природних комплексів / Н. Ю. Лазоренко-Гевель // Містобудування та територіальне планування. — 2012. — Вип. 44. — С. 291-299.

29. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92**. — К.: Укрархбудінформ, 1993. — 107 с.

30. Малишев О. М. Нове в законодавстві щодо безпечної експлуатації будівель / О. М. Малишев, Н. О. Костира // Охорона праці. — 2015. — № 5. — С. 30-31.

31. 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.

32. Наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства №76 від 17.05.2005р. "Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій".

33. 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.

34. Настільна ГІС. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://esri.kiev.ua/produkti/7-nastlna-gs.html>.

35. Основи роботи в СУБД Oracle. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:a8104441b8e00905159c1ff04257b014dd456247/20151109195846/180104/index.html.

36. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000. Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №156 від 31.12.1999р.

37. 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.

38. Пасічник В. В. Організація баз даних та знань: підручник. / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. — К.: Видавнича група ВНУ, 2006. — 384 с.

39. Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 4 вересня 2013 р. №661.

40. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 травня 1999 №820 "Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій".

41. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 №548 "Про затвердження Порядку проведення експертизи містобудівної документації".

42. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 №559 "Про містобудівний кадастр".
43. Проект Закону України "Про Національну інфраструктуру геопросторових даних" від 10.11.2016.
44. 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-heoprostorovykh-danykh>.
45. Різниця між будівлями та спорудами. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dovidka.biz.ua/riznitsya-mizh-budivlya-ta-sporuda>.
46. Світличний О.О. Основи геоінформатики: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. — Суми: ВТД "Унів. кн.", 2006. — 295 с.
47. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: монографія / С. О. Семеріков. — Кривий Ріг: Мінерал; К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 340 с.
48. 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.
49. СОУ 742-33739540 0011:2010 "Комплекс стандартів База топографічних даних Каталог об'єктів і атрибутів". — К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України. — 2010. — 200с.
50. 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.
51. 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.

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