

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДОННАБА»
Кафедра геодезії та землеустрою

Біглей Андрій Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 528.16
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Аналіз сучасних підходів до інтеграції BIM та ГІС у міському плануванні
(назва роботи)

193 Геодезія та землеустрій
(назва освітньої програми)

193 Геодезія та землеустрій
(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:

Здобувач освітнього ступеня

А.Р. Біглей

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник **Матіщук Андрій Васильович, старший викладач**
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
геодезії та землеустрою

М.М. Приходько

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДОННАБА»
Кафедра геодезії та землеустрою
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
Освітньо-професійна програма Геодезія та землеустрій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГКЗ
Приходько М. М.

«__»_____ 2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Біглею Андрію Романовичу

1. Тема роботи «Аналіз сучасних підходів до інтеграції BIM та ГІС у міському плануванні»

Керівник роботи старший викладач Матіщук А.В.

Наказ ректора від «8» червня 2026 року № 292/7.

2. Термін подання студентом роботи – 23 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: _

Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Теоретичні засади міського планування та роль цифрових технологій

2. Аналіз сучасних підходів до інтеграції ГІС та BIM у міському плануванні

3. Значення інтеграції BIM та ГІС для відбудови та розвитку міських територій України

5. Перелік графічного матеріалу: _____

6. Дата видачі завдання – «01» квітня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1	Отримання завдання на виконання бакалаврської роботи. Опрацювання рекомендованої літератури.	01.04.26 15.04.26	
2	Складання попереднього плану та змісту бакалаврської роботи.	19.04.26 25.04.26	
3	Теоретичні засади міського планування та роль цифрових технологій	26.04.26 12.05.26	
4	Аналіз сучасних підходів до інтеграції ГІС та ВІМ у міському плануванні	13.05.26 29.05.26	
5	Значення інтеграції ВІМ та ГІС для відбудови та розвитку міських територій України	30.05.26 15.06.26	
6	Формування пояснювальної записки	16.06.26 18.06.26	
7	Оформлення бакалаврської роботи та додатків до неї, складання висновків.	19.06.26 22.06.26	

Студент

(підпис)

Біглей А.Р.

(розшифровка підпису)

Керівник

(підпис)

Матішук А.В.

(розшифровка підпису)

Анотація

У цьому дослідженні вивчаються методи інтеграції цифрового моделювання будівель (BIM) із геоінформаційними системами (ГІС) у контексті просторового розвитку населених пунктів України, особливо тих, що потребують відновлення.

Основна увага приділяється потенціалу спільного застосування детальних цифрових моделей будівельних об'єктів та геопросторових даних.

Це має на меті надати належну підтримку для етапів планування, ревіталізації та подальшої експлуатації міської інфраструктури.

Окремо аналізуються складнощі, пов'язані з гармонізацією різнотипних масивів інформації, які генеруються відповідно до стандартів BIM та ГІС, а також проблеми забезпечення їхньої коректної просторової та семантичної (змістовної) узгодженості.

Описуються загальні принципи впорядкування обміну даними між згаданими технологіями, не фокусуючись на конкретному програмному забезпеченні.

Це дає змогу проаналізувати, наскільки вони будуть корисні у практичних завданнях повоєнної реконструкції.

Підсумовується, що впровадження комплексних цифрових методів здатне підсилити аргументованість вибору у питаннях містобудування та забезпечити єдине розуміння траєкторії розвитку областей у нинішніх реаліях.

Ключові слова: інформаційне моделювання, геоінформаційні технології, просторові дані, відновлення територій, міське середовище, цифрові підходи

Abstract

This study examines methods for integrating digital building modeling (BIM) with geographic information systems (GIS) in the context of spatial development of settlements in Ukraine, especially those requiring restoration.

The main attention is paid to the potential for joint use of detailed digital models of building objects and geospatial data.

This is intended to provide appropriate support for the stages of planning, revitalization and further operation of urban infrastructure.

The difficulties associated with harmonizing various types of information arrays generated in accordance with BIM and GIS standards are separately analyzed, as well as the problems of ensuring their correct spatial and semantic (content) consistency.

The general principles of organizing data exchange between the mentioned technologies are described, without focusing on specific software.

This allows us to analyze how useful they will be in practical tasks of post-war reconstruction.

It is concluded that the implementation of complex digital methods can strengthen the justification of choices in urban planning issues and provide a unified understanding of the development trajectory of regions in current realities.

Keywords: information modeling, geoinformation technologies, spatial data, territorial restoration, urban environment, digital approaches

Зміст

Вступ	7
1. Теоретичні засади міського планування та роль цифрових технологій... 10	
1.1. Міське планування як основа просторового розвитку територій	10
1.2. Геоінформаційні системи в процесах аналізу та планування міського середовища	11
1.3. Інформаційне моделювання будівель та передумови інтеграції BIM і ГІС	12
2. Аналіз сучасних підходів до інтеграції ГІС та BIM у міському плануванні	15
3. Значення інтеграції BIM та ГІС для відбудови та розвитку міських територій України	33
3.1. Роль інтегрованих BIM–ГІС підходів у процесах відбудови міських територій.....	33
3.2. Підтримка прийняття управлінських рішень у міському плануванні на основі інтеграції BIM і ГІС	34
3.3. Перспективи застосування інтеграції BIM та ГІС у сталому розвитку українських міст.....	36
Висновок	39
Список використаної літератури.....	41

Вступ

Нинішній еволюційний шлях розвитку міських ареалів відзначається поглибленням заплутаності їхнього просторового структурування, підвищенням критеріїв якості проєктних рішень та нарощуванням масивів даних, що залучаються у механізми територіального керування.

За подібної конфігурації обставин, звичні методи містобудівного розроблення все частіше не спроможні всеохоплююче врахувати геопросторові, технічні та цільові атрибути міського конгломерату.

Для України це питання набуває особливої гостроти, враховуючи нагальну потребу у реінтеграції поселень, інженерних систем та забудови в умовах дефіциту коштів та вимоги базованого обґрунтування вибору опцій.

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) виконують ключову функцію у зміні парадигм, що застосовуються для територіального зонування та планування.

Створення інформаційних моделей будівель дає змогу формувати точні цифрові зразки об'єктів забудови, котрі репрезентують їхні розмірні, структурні й експлуатаційні ознаки.

Геоінформаційні системи, зі свого боку, надають інструментарій для оперування просторовою інформацією у масштабі територій та урбаністичних утворень, відкриваючи шлях до дослідження взаємозв'язків у просторі та розрахунку різних варіантів еволюції.

Проте, коли ці технології використовуються поодиночі, вони не завжди здатні забезпечити всеосяжне розуміння міського оточення.

Злиття технологій ВІМ та ГІС бачиться як перспективний вектор руху, що дає змогу поєднати моделювання, зосереджене на окремих об'єктах, із просторовим аналізом ширших територій.

Цей метод закладає основу для вибудовування єдиної цифрової моделі міста, де деталізовані проекти споруд інтегровані з просторовим оточенням довкілля.

У контексті повоєнної відбудови українських міст, це розкриває потенціал для комплексного дослідження наявної забудови, стратегічного планування оновлення інфраструктурних систем та наукового обґрунтування першочергових напрямків територіального розвитку.

Водночас, злиття технологій ВІМ та ГІС несе із собою певні виклики, спричинені розбіжностями у форматах даних, рівнях деталізації представлення та методологіях семантичного маркування інформації.

Нездатність застосовувати загальноприйняті стратегії для їхнього поєднання ускладнює практичне впровадження цих інструментів у сфері міського планування, що вимагає вивчення актуальних рішень та систематизації набутих знань.

Зважаючи на вищесказане, завданням цього дослідження є вивчення та систематизація актуальних методів поєднання технологій інформаційного моделювання будівель (ВІМ) з геоінформаційними системами (ГІС) у межах містобудівного планування, особливо з огляду на потреби відбудови й майбутнього розвитку міських зон України.

Щоби виконати окреслену мету, у цьому дослідженні планується розв'язати такі конкретні питання: проаналізувати засадничі ідеї застосування ВІМ та ГІС у плануванні простору; з'ясувати нюанси відображення та гармонізації інформації у середовищах ВІМ і ГІС; розглянути вже наявні шляхи зведення цих технологій до купи; окреслити позитивні сторони та недоліки їхнього сумісного використання; оцінити, наскільки інтегровані цифрові методики можуть допомогти ухвалювати зважені рішення щодо розвитку та відновлення міських ділянок.

Предметом вивчення є самі процеси містобудування та просторового розвитку територій в умовах сучасної цифровізації.

Об'єктом вивчення виступають способи, методології та засади поєднання технологій створення інформаційних моделей будівель із геоінформаційними системами, які використовуються для проведення аналізу, картування та ревіталізації міських просторів.

1. Теоретичні засади міського планування та роль цифрових технологій

1.1. Міське планування як основа просторового розвитку територій

Формування міської забудови являє собою заплутаний і багатогранний процес, зумовлений змінами у чисельності населення, діловою активністю та еволюцією бажань мешканців.

Розширення міст спричиняє збір різнорідних видів діяльності, що, своєю чергою, збільшує тиск на міський простір, технічне забезпечення та механізми розпорядження землею.

Якщо ж не застосовувати комплексного бачення при плануванні, подібні тенденції можуть спричинити безглузде використання ділянок, роздробленість забудови та регрес якості міського оточення.

Урбаністичне проектування є вирішальним елементом у досягненні гармонійного розвитку територій, адже воно інтегрує прагнення, що стосуються минулого, поточного стану та очікуваних траєкторій зростання міських агломерацій.

Воно зачіпає аспекти функціонального розподілу зон, впорядкування транспортної та інженерної інфраструктури, гарантування відкритості публічних територій, а також охорони довкілля та історичної спадщини.

Грамотно структуроване містобудування має прямий відбиток на соціально-економічний прогрес регіонів та якість життя мешканців.

Нинішні реалії ускладнюють міське планування через потребу брати до уваги численні взаємозалежні змінні, що вимагає впровадження інноваційних способів дослідження та розробки проєктів.

Застарілі методи, що ґрунтуються на фіксованих макетах та слабкій аналітичній базі, все частіше виявляються неадекватними для формування зважених висновків.

Це підштовхує до опанування цифрових технологій, спроможних забезпечити багатогранний підхід до керівництва розвитком міста.

1.2. Геоінформаційні системи в процесах аналізу та планування міського середовища

Системи географічної інформації посідають чільне місце серед засобів, що сприяють цифровій трансформації міського просторового планування, адже вони дають змогу оперувати даними, прив'язаними до географії, у розрізі усіляких масштабів.

Застосування систем географічної інформації уможливорює об'єднання відомостей щодо землекористування, транспортної мережі, комунальних систем, природного середовища та пам'яток культури в уніфікованому аналітичному полі.

Ключовою сильною стороною систем географічної інформації виступає здатність проводити просторовий аналіз.

Це дає змогу вивчати кореляції між елементами міської забудови та визначати, як різноманітні чинники впливають на еволюцію певних ділянок.

Застосовуючи геопросторові запити та відповідні моделі, можна знаходити оптимальні місця для розміщення будівель, аналізувати зручність доступу транспортом, розраховувати екологічні загрози та передбачати трансформації міської структури.

Використання геоінформаційних систем давно перетнуло межі простого картографування, адже тепер вони надають потужну базу для ухвалення рішень, особливо у сфері містобудування.

Завдяки ГІС стає можливим конструювати різноманітні варіанти розвитку певних ділянок, зіставляти їх на основі низки визначених показників та, зрештою, зупинятися на найоптимальніших шляхах.

Саме ці функції роблять геоінформаційні технології ключовим, незамінним елементом у сучасній практиці планування.

1.3. Інформаційне моделювання будівель та передумови інтеграції BIM і ГІС

Цифрове моделювання споруд зосереджене на формуванні докладних електронних копій окремих забудовних одиниць, беручи до уваги їхні розмірні, стійкісні та робочі властивості.

BIM-представлення об'єднують тривимірне відображення будівель із даними про їхні властивості, що дає змогу оцінювати технічний стан споруд, організовувати фази зведення та використання, а також удосконалювати комунікацію між суб'єктами, залученими до розробки проєкту.

Завдяки своїм графічним і змістовним перевагам, BIM є дієвим засобом для розробки проєктів та адміністрування нерухомістю.

Проте, впровадження BIM у міському масштабуванні стикається з певними бар'єрами, бо сама філософія цієї технології не охоплює всебічного дослідження значних площ і просторових залежностей між різними будівлями.

Натомість, геоінформаційні платформи надають нам просторовий опис ситуації, хоча зазвичай вони не охоплюють детального внутрішнього устрою будівель.

Прагнення нівелювати ці недоліки стимулює вдосконалення методів злиття (інтеграції) BIM та ГІС.

Об'єднання моделювання, орієнтованого на конкретні об'єкти, з можливостями просторового дослідження дає змогу формувати всеосяжні цифрові відбитки міської забудови.

Ці моделі, своєю чергою, стають інструментом для оцінки, стратегічного планування та ефективного розпорядження розвитком міських ділянок.

Отже, об'єднання BIM-технологій із ГІС закладає методологічний фундамент для запровадження передових цифрових практик у сфері просторового містоустрою.

Використання інструментарію просторового аналізу значно посилює аргументаційну базу для прийняття управлінських вердиктів, тоді як на рисунку 1 наочно демонструється роль геоінформаційних систем у рамках планувальних міських процедур.

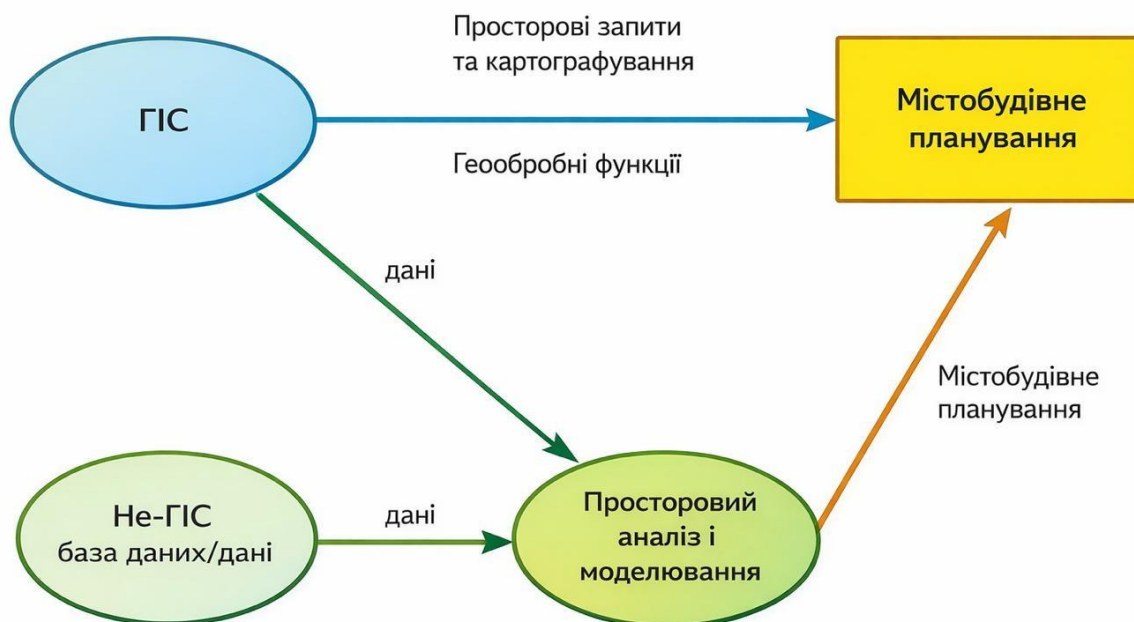


Рисунок 1. Взаємодія ГІС та міське планування

Моделювання інформації про будівлі (BIM) цілком можна сприймати, як дієвий інструментарій у сфері містобудування, адже він дає змогу злучати цифрову інформацію з матеріальними властивостями забудови та представляти норми планувального регулювання у наочному вигляді.

Візуалізації, створені за допомогою BIM, покращують взаємодію між усіма сторонами, залученими до розробки проєктів, і можуть бути вигідними як для державних інституцій, так і для приватного бізнесу.

Однак, підхід BIM сфокусований здебільшого на моделюванні окремих будівель і не надає потрібного апарату для всебічного дослідження великих міських масивів.

З огляду на це, вбачається розумним злиття BIM із геоінформаційними системами, що дає змогу поєднати детальну інформацію про об'єкти з їхнім просторовим розташуванням у місті, максимізуючи користь від обох технологій.

З огляду на вищесказане, у цій роботі провадиться розгляд і систематизація наукових праць, зосереджених на використанні поєднання ГІС та BIM для практичного вирішення питань містобудування, а також аналіз типових сценаріїв їхнього впровадження.

Щодо кращого усвідомлення того, як BIM та ГІС розрізняються і водночас доповнюють одне одного, буде корисним зіставити їхні ключові ознаки.

Зведену таблицю порівняння потенціалу цих технологій, а також ефектів їхньої спільної роботи, представлено у Таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика можливостей BIM та ГІС

Критерій	BIM	ГІС	Інтеграція BIM–ГІС
Просторовий масштаб	Будівля	Місто, регіон	Будівля в міському контексті
Рівень деталізації	Високий	Середній	Комбінований
Просторовий аналіз	Обмежений	Розвинений	Повний 2D/3D
Основна сфера застосування	Проектування	Планування територій	Відбудова міст

2. Аналіз сучасних підходів до інтеграції ГІС та BIM у міському плануванні

Злиття геоінформаційних платформ із технологіями створення цифрових будівельних моделей започаткувало появу принципово нової галузі у підходах до міського дизайну, значно розширивши горизонти їх практичного використання.

Такий симбіоз технологій знаходить застосування при дослідженні транспортних артерій, оптимізації транспортних потоків, зонуванні міської території, адмініструванні інженерних комунікацій, системі життєзабезпечення та поводження з відходами.

Крім того, це корисно для здійснення просторових досліджень, передбачення міської еволюції, а також заходів охорони пам'яток археології та культури.

Через таку різноманітність функцій, що притаманна інтегрованим методам, їхнє значення у сучасному плануванні міст неухильно зростає.

Схематично загальний принцип поєднання інформаційного моделювання будівель із геоінформаційними системами у контексті міського розвитку продемонстровано на рисунку 2.

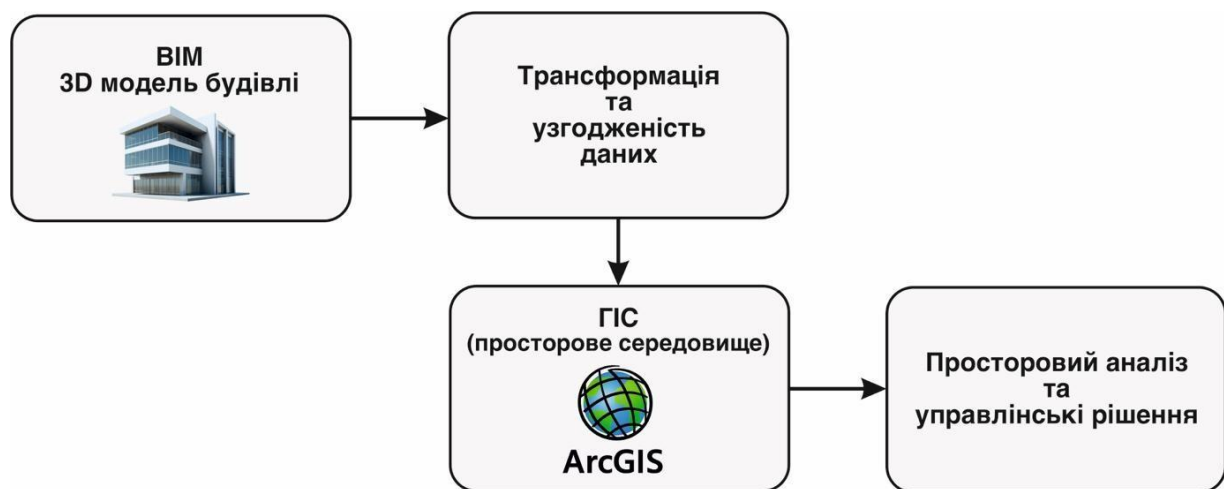


Рисунок 2 – Схема інтеграції BIM та ГІС у міському плануванні

Наведена діаграма демонструє етапи переходу, починаючи від детального моделювання об'єктів, аж до просторового аналізування та забезпечення процесу прийняття управлінських рішень.

Геоінформаційні системи (ГІС) дають змогу оперувати даними, прив'язаними до конкретної території, а також пропонують набір інструментів для здійснення різноманітних типів просторового та тривимірного аналізу.

Користуючись ГІС, можна віртуально відтворювати транспортні шляхи, провадити експертну оцінку того, наскільки легко дістатися певних зон, встановлювати найбільш вигідне розташування для споруд і досліджувати просторові кореляції між складовими елементами міського ландшафту.

Завдяки цим можливостям, ГІС стає фундаментальною основою для дослідження територіальних змін, що відбуваються у межах міської забудови.

На противагу ГІС, технологія BIM зосереджена на детальному, об'єктно-орієнтованому відображенні будівель та споруд.

У BIM-моделях зберігається параметрична добірка даних щодо складових конструкцій, інженерних мереж та експлуатаційних атрибутів об'єктів, що дає змогу досягти значної міри деталізації та проводити глибокий аналіз на рівні окремої будівлі.

Однак, варто зазначити, що BIM не пропонує повного набору засобів для аналізу просторового розташування на значних територіях, через що його застосування на рівні міста є дещо обмеженим.

Суттєві розбіжності між технологіями BIM та ГІС простежуються у певних аспектах: від масштабу просторового моделювання та глибини деталізації до методів візуалізації геометрії, а також підходів до архівування й опрацювання даних, не кажучи вже про структуру інформаційного змісту (семантику).

Саме ці моменти визначають нагальність їхньої сумісної роботи, що дає змогу поєднати високу точність об'єктних моделей із ширшим просторовим контекстом міської забудови.

Як наслідок, об'єднані системи BIM–ГІС надають інструментарій для дослідження взаємозалежних компонентів міста — приміром, будівель, транспортних шляхів та інженерних мереж, — розглядаючи їх у спільному інформаційному полі.

У рамках впровадження масштабних проєктів із модернізації міст були артикульовані методики для нарощування семантичного потенціалу BIM через формування моделей урбаністичної інформації, які прийнято іменувати Urban Information Modeling (UIM).

Злиття цих інформаційних моделей із геоінформаційними системами (ГІС) надало змогу трансформувати звичну практику керування поодинокими активами у всеосяжний нагляд за компонентами міського простору, охоплюючи споруди, комунікаційні магістралі та супутні споруди.

Такий розвиток подій, своєю чергою, формує підґрунтя для забезпечення життєздатності міського середовища на всіх етапах його існування, оперуючи в межах уніфікованого, узгодженого інформаційного поля.

Схематичне зображення 3 ілюструє послідовність взаємопроникнення ГІС та BIM.

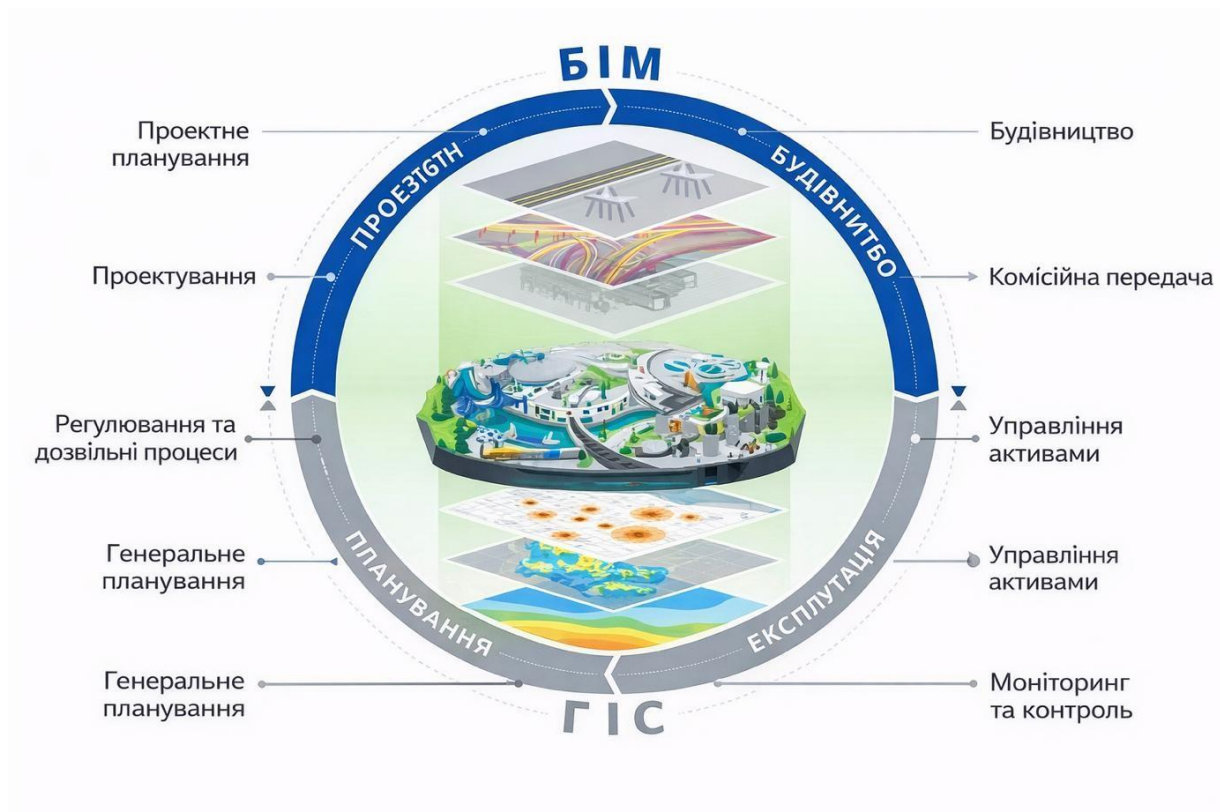


Рисунок 3 Цикл інтеграції ГІС та БІМ

Злиття геоінформаційних платформ та технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM) започатковує потужність застосування електронних копій фактичного міського ландшафту.

Ці копії слугуватимуть фундаментом для дослідження, розробки проєктів та зважування альтернатив щодо облаштування територій.

Завдяки такому методу, фахівці з проєктування та інженери забезпечуються найсвіжішими просторовими відомостями.

Це дає змогу брати до уваги наявну забудову, інженерні комунікації, топографічні особливості та функціональне призначення ділянок при формуванні остаточних проєктних рішень.

Для українських населених пунктів ця методика набуває вирішального значення, особливо у світлі відбудови зруйнованих зон та оновлення міської інфраструктурної бази.

Залучення цифрових відомостей та супутніх метаданих у межах об'єднаних моделей BIM–ГІС відкриває можливості для застосування різноманітних аналітичних підходів, придатних для аналізу як окремих будівель, так і цілих районних територій.

Завдяки застосуванню цифрових моделей високої точності стає можливим збільшення результативності управління проєктами, вдосконалення виробничих циклів та проведення просторового дослідження у більш масштабному вимірі.

Це особливо важливо при плануванні всеохоплюючих відновлювальних робіт у населених пунктах України.

При роботі з інтеграцією BIM та ГІС особливий акцент робиться на формуванні так званих "інтелектуальних" просторових одиниць, наприклад, освітніх університетських містечок.

У дві тисячі чотирнадцятому році, було висунуто пропозицію щодо створення цифрового образу університетського кампусу, що ґрунтувався на злитті геоінформаційних системних даних із проєктно-конструкторськими моделями (BIM) споруд.

У цій конфігурації геопросторові відомості слугують фундаментальною основою, на якій вибудовується інформаційний макет забудованої ділянки.

Схожі методології цілком можливо адаптувати для потреб українських вищих навчальних закладів та освітніх містечок для вдосконалення землекористування, стратегічного планування оновлення будівель та забезпечення управлінського апарату необхідною інформацією.

Інтеграція рішень BIM та ГІС у процесах проєктування та експлуатації багатоповерхової забудови також засвідчує вагому практичну перспективу.

З огляду на зростання щільності забудови й експансії висотного будівництва у великих українських мегаполісах, впровадження подібних

технологічних рішень дає змогу охопити плануванням увесь цикл життєвого циклу проєктів.

Це охоплює як організацію доставки будівельних ресурсів та керування транспортними шляхами, так і аналіз наслідків будівельних операцій для довкілля, не забуваючи про підтримку необхідного рівня безпеки.

Комплексний аналіз простору укупі з детальним об'єктним моделюванням відкриває шлях до передбачення можливих перешкод на початкових етапах та визначення найефективніших підходів ще до фактичного старту будівництва.

Однією з найбільш вагомих сфер для спільного використання геоінформаційних комплексів та технологій моделювання споруд (BIM) є їхня синергія з мережевими рішеннями та онлайновими платформами.

Завдяки такій методології стає можливою розробка інтерактивних електронних майданчиків для оцінки та контролю за переміщеннями у містах, що надзвичайно важливо для мегаполісів України.

У контексті відповідних наукових розробок було висунуто впорядковану концепцію побудови розумних інтернет-моделей, які об'єднують географічні та атрибутивні відомості в уніфікованому інформаційному просторі.

Оформлення відомостей у рамках зведених рішень BIM–ГІС надає експертам можливість оперувати розширеним набором апаратних засобів для подання та опрацювання відомостей.

Зокрема, застосування мережових структур даних, технік геопросторового аналізу та засобів опрацювання значних обсягів інформації уможливорює вивчення динаміки руху транспорту, архітектури міського пересування та взаємозв'язків компонентів інфраструктури.

Використання графових баз даних, що мають інтеграційні властивості, значно поглиблює аналітичні спроможності стосовно заплутаних міських структур та унаочнює процес ухвалення рішень.

У науковому просторі значна частка уваги сфокусована на синергії моделей ВІМ та ГІС у процесах проєктування й втілення об'єктів транспортної мережі, особливо це стосується шляхових споруд, призначених для громадського руху.

Запропоновані підходи базуються на послідовному алгоритмі, який охоплює з'ясування вимог проєктного задуму, верифікацію інженерно-технічного стану елементів, встановлення їхньої опірної міцності, а також імітацію руху транспортних засобів.

При цьому, ВІМ слугує інструментом для деталізації архітектурно-конструктивних та інженерних рішень, тоді як ГІС надає спроможність для просторового дослідження та інтеграції впливів місцевих і геопросторових чинників.

Зведення укупі функціоналу ВІМ та ГІС у рамках уніфікованої системи дає змогу проводити всебічний аналіз того, як архітектурні задуми позначаються на довкіллі, передбачати можливі загрози та вдосконалювати логістику транспортних потоків.

Для міст України, які зіткнулися з необхідністю оновлення та відбудови транспортних артерій, застосування подібних поєднаних методів закладає основу для покращення якості планувальних робіт та безпеки втілення інфраструктурних затій.

В рамках цієї роботи було розроблено методику організації керівництва великими будівельними об'єктами, що втілюються у формі мегапроєктів.

Подана методика спирається на з'єднання геоінформаційних систем та технологій для побудови інформаційних моделей споруд, аби сприяти

керуванню значними архітектурними ансамблями та розробці уніфікованого стандарту взаємодії BIM–3D GIS.

Цей стандарт спрямований на цифровізацію та вдосконалення вкрай точних геодезичних робіт, що вважається основоположним для результативного адміністрування проєктів такого рівня.

Згідно з описом цієї системи, план роботи поділяється на дві головні фази.

На першій фазі відбувається формування інформаційної моделі будівель, у процесі чого створюється усеосяжна електронна база відомостей про сам об'єкт.

Цей шаблон дає змогу впорядкувати інформацію щодо задіяних ресурсів, здобутих показників, креслярської документації, технічних зауважень та іншої супутньої інформації, що стосується впровадження проєкту на кожній його фазі.

Як показано на малюнку 4, саме на цьому етапі закладається фундамент для подальшої взаємодії з геоінформаційними системами та гарантується неподільність інформаційного забезпечення будівельних робіт.

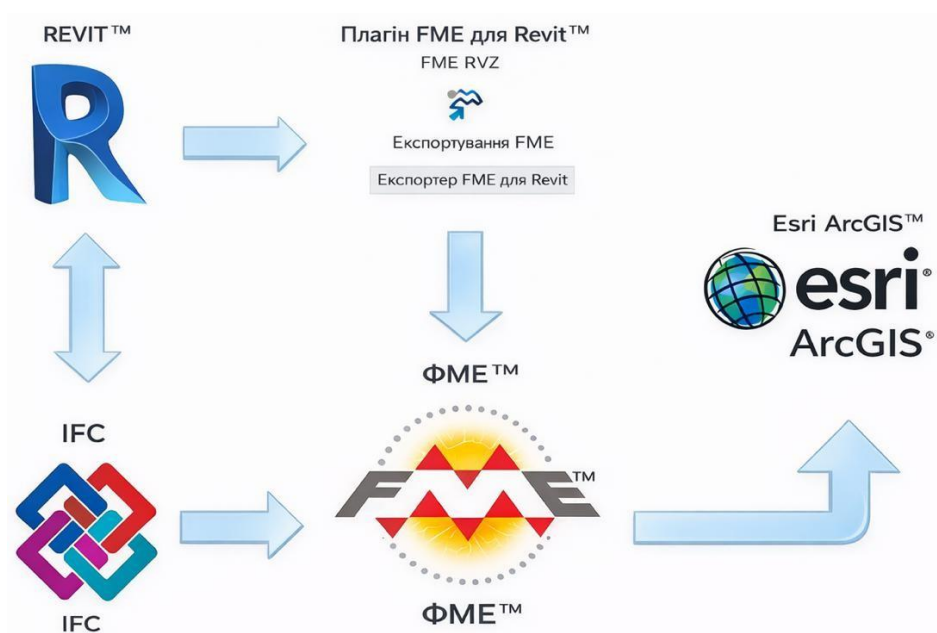


Рисунок 4 Робочий процес BIM – 3D GIS

Процедура спільних дій BIM та 3D ГІС передбачає етапне перетворення, синхронізацію та обмін цифровими відомостями між просторами інформаційного моделювання будівель та геоінформаційними системами, аби уможливити повноцінний територіальний аналіз та контроль за активами.

Спочатку створюється інформаційне представлення споруди у програмному забезпеченні Autodesk Revit, де розробляється детальна BIM-копія будівлі чи інженерної конструкції.

Ця модель включає просторові виміри, описові властивості складових частин, інженерні рішення та значеннєві відомості, потрібні для наступної оцінки.

Щоб дані можна було використовувати на інших платформах, відбувається експорт BIM-моделі у універсальному форматі IFC, який слугує стандартом для передачі інформації.

Наступний, другий етап, передбачає залучення програмного забезпечення FME (Feature Manipulation Engine) як посередника для здійснення трансформації даних.

Експортування BIM-даних до середовища FME досягається або шляхом застосування спеціального плагіна FME для Revit, або через процедуру імпорту файлів формату IFC.

На цьому етапі відбувається маніпуляція з геометрією, зміна системи координат, приведення у відповідність структури атрибутів та адаптація семантичного наповнення даних згідно із заданими вимогами геоінформаційних систем.

FME тут відіграє вирішальну роль, забезпечуючи ефективну взаємодію між BIM- та ГІС-платформами.

Далі, на третьому етапі, уже перетворені (трансформовані) дані надсилаються до системи Esri ArcGIS, де вони вбудовуються та відображаються у тривимірному геоінформаційному просторі.

Об'єкти, створені за технологією BIM, інтегруються у геопросторову базу даних, що уможливорює їхнє спільне дослідження з іншими просторовими шарами, як от дані про рельєф місцевості, мережі транспорту, інженерні комунікації й елементи міського оточення.

Це дає змогу проводити аналіз як у площинному, так і у тривимірному форматі, визначати ступінь взаємодії між об'єктами та підкріплювати ухвалення рішень як на рівні окремої ділянки, так і в масштабах усього міста.

Таким чином, послідовність операцій BIM – 3D GIS реалізує перехід від детального моделювання окремих елементів до ґрунтового просторового дослідження, об'єднуючи сильні сторони BIM та GIS в уніфікованому цифровому просторі.

Подібна методологія є надзвичайно важливою для завдань, пов'язаних із міським розвитком, наглядом за інфраструктурними об'єктами та відновленням територій України після військових дій.

Наступний крок у цій методології полягає у злитті розробленої інформаційної моделі споруд із геоінформаційним простором у тривимірному вимірі.

У рамках цієї стадії відбувається просторове приведення BIM-моделей у відповідність до геодезичної бази, що дає змогу закріпити будівельні об'єкти за їхніми дійсними координатами, а також брати до уваги ландшафтні особливості, наявну забудову та комунікаційні системи.

Завдяки такій стратегії з'являється нагода оцінювати проєкт у ширшому географічному обрамленні, створюючи фундамент для цілісного контролю над об'єктом будівництва.

У процесі злиття BIM та 3D GIS відбувається консолідація як просторових, так і інформаційних (атрибутивних) відомостей.

Такий крок відкриває можливості для проведення просторових досліджень, верифікації проєктних рішень на предмет їхньої відповідності

реальним обставинам, а також для аналізу взаємодії різних складових інфраструктури.

Сформоване об'єднане поле застосовується для стеження за прогресом будівельних операцій, узгодження дій між стейкхолдерами проєкту та оперативної ідентифікації будь-яких можливих розбіжностей із заданими характеристиками.

Використання цього методу веде до підвищення достовірності геодезичних даних, раціоналізації логістичних ланцюжків та вдосконалення якості управлінських ухвалень на усіх фазах виконання масштабного проєкту.

Внаслідок поєднання BIM та ГІС утворюється уніфікована цифрова основа, здатна надавати всеосяжний інформаційний супровід життєвого циклу споруди — починаючи з розробки проєкту, аж до введення об'єкта в експлуатацію після зведення.

Окреслений підхід до злиття даних BIM та тривимірних геоінформаційних систем є надзвичайно доречним для впровадження інфраструктурних ініціатив у межах України, котрі вирізняються великими географічними охопленнями, непростими ґрунтово-інженерними умовами, а також потребою у поступовому відновленні чи оновленні існуючих споруд.

Під час робіт з оновлення транспортних мереж, спорудження мостових переходів, естакад, об'єктів енергозабезпечення та комунікацій, використання об'єднаних цифрових методів уможливорює гарантувати відповідність запланованих рішень фактичним просторовим реаліям.

Для інфраструктурних проєктів в Україні ключовим аспектом є також підтримання високої точності геодезичного обслуговування, котре особливо необхідне в ситуаціях густої забудови чи складної топографії.

Злиття BIM-моделей із ГІС-середовищем дає змогу залучати дані геодезичних зйомок як фундамент для оновлення цифрових копій, що,

своєю чергою, зміцнює надійність даних та мінімізує вірогідність хиб під час виконання будівельних процесів.

В умовах повоєнної відбудови нашої держави, розроблений підхід може бути продуктивно використаний задля узгодження дій на великих будівельних об'єктах, де одночасно задіяні різноманітні підрядники, технічні служби та значні обсяги матеріально-технічного забезпечення.

Створення єдиного взаємопов'язаного інформаційного простору шляхом поєднання технологій BIM та ГІС значно полегшує розпорядження наявними будівельними активами, дозволяє здійснювати ефективний моніторинг будівельних робіт та вдосконалювати логістичні ланцюжки.

Ці аспекти є визначальними для успішного й оперативного впровадження масштабних інфраструктурних проєктів.

Крім того, поєднання BIM і ГІС закладає фундамент для накопичення електронних реєстрів об'єктів інфраструктури.

Такі цифрові сховища будуть корисні не лише на стадіях проєктування та зведення, а й протягом усього життєвого циклу: під час експлуатації, планового ремонту чи модернізації.

Для України це відкриває шлях до впровадження передових парадигм управління інфраструктурою, націлених на забезпечення довговічності, прозорості операцій та раціональнішого застосування наявних фондів.

Наслідки впровадження запропонованої методики надають комплексну систему для роботи з даними — їх оброблення, збереження та фіксації всієї інформації, що стосується виконання проєктів.

Завдяки цьому з'являється можливість періодично оцінювати прогрес виконання завдань, зіставляти очікувані результати з фактичними, а також оперативно знаходити та виправляти будь-які розбіжності із затвердженим проєктом.

Такий механізм посилює контроль над робочими процесами та мінімізує потенційні загрози під час будівництва об'єктів із високим рівнем складності інфраструктури.

У рамках дослідження також було проаналізовано використання готового комерційного інструментарію з метою продемонструвати, як можна поєднати технології BIM та ГІС для створення веб-додатків із функціями інтелектуального аналізу.

Подібні розробки можуть бути задіяні для ефективного адміністрування великих архітектурних ансамблів та активів нерухомості, надаючи різним групам споживачів можливість взаємодіяти з геопросторовими та описовими даними в режимі реального часу.

Представлений метод, що стосується розширення злиття інформаційного моделювання будівель (BIM), геоінформаційних систем (ГІС) та вебу, має на меті покращення продуктивності керування просторовими ресурсами будівель.

Суть його полягає у пристосуванні BIM-представлень до принципів WebGL, що здійснюється шляхом послідовного впровадження таких кроків: налагодження архітектурних зв'язків моделі, ідентифікації відповідних координатних значень сутностей, створення функціональних залежностей між складовими частинами та перетворення координат для веботочення.

Завдяки цьому стає доступним інтерактивне відображення та дослідження BIM-моделей безпосередньо у веб-браузері.

Використання систем, що об'єднують BIM, ГІС та веброзробку, дає змогу виконувати численні типи аналітичних завдань, які ґрунтуються на просторовому розміщенні та атрибутивних властивостях елементів.

Необхідність опрацювання просторових даних, роботи з картографічними відомостями та побудови багат шарових сервісів вимагає залучення геоінформаційних технологій як фундаментального елементу подібних підходів.

Крім того, у цій роботі проаналізовано випадки злиття технологій BIM та ГІС для опрацювання об'єктів, що становлять історичну, археологічну чи культурну цінність і вирізняються значущою просторовою характеристикою.

Зокрема, такі методи можуть бути успішно застосовані при проектуванні стратегій консервації архітектурної спадщини минулого століття, забезпечуючи поєднання деталізованих цифрових макетів із просторовим дослідженням та графічним представленням у спільному інформаційному полі.

Спільна модель, яка зводить докупи BIM та ГІС, дає змогу краще керувати просторовими об'єктами, знаходити конфлікти (колізії) та шляхи їх залагодження, цілісно опікуватися транспортними мережами, виконувати світловий аналіз, імітувати поточний стан речей та наочно демонструвати майбутній розвиток.

Попри це, вона допомагає ухвалювати інженерні та екологічні вердикти при проектуванні шляхової інфраструктури, спираючись на геопросторові дані, аналітичні просторові дослідження та роботу з масивами інформації.

Запропонований підхід (методологія) складається з чітких кроків: спочатку оцінюється потенціал системи, потім розробляються рішення, які ґрунтуються на геоінформаційному розборі для впровадження еко-вимог, а також з огляду на загальноприйняті міжнародні стандарти та настанови у сфері BIM.

Об'єднання технологій BIM та ГІС прокладає шлях до всеосяжного вдосконалення транспортної мережі, де прорахунки здатні спричинити вагомі фінансові та суспільні втрати, водночас надаючи змогу отримати цілісне бачення системи та впорядковано архівувати значні масиви інформації.

Виконання просторового дослідження за допомогою ГІС уможливорює конструювання зведених макетів транспортних систем шляхом нашарування різнорідних інформаційних площин, серед яких: ділянки повітряного простору, водні артерії та автомобільні шляхи, картографічні зображення зон із підвищеним шумом та межі водозбірних басейнів.

Ця узагальнена архітектура подібної моделі ілюстрована на схемі 5.

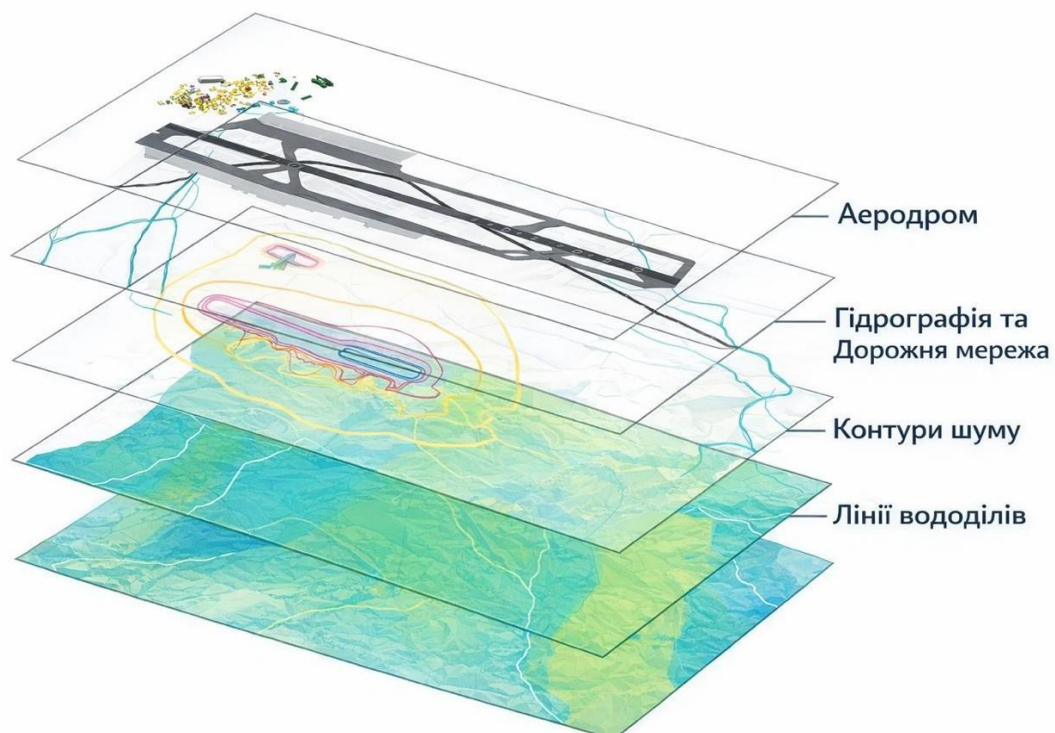


Рисунок 5 Шари, використані в представленій моделі

У деяких державах на практиці вже застосовується об'єднання технологій ВІМ та ГІС для контролю за мостами й іншими складовими транспортної мережі, що реалізується через веб-платформи ГІС.

Цей спосіб дає змогу комбінувати точне моделювання окремих споруд із можливостями просторового аналізу, забезпечуючи миттєвий доступ до свіжої інформації про те, у якому стані об'єкти інфраструктури перебувають і як вони функціонують.

Методики, які пропонуються в наукових роботах, як правило, охоплюють усі стадії існування об'єктів, включаючи проєктування з точки зору архітектури, проведення інженерних обчислень, нагляд за будівництвом та аналіз геопросторових даних.

Злиття підходів BIM та ГІС у цій сфері відкриває багатообіцяючий технологічний шлях для роботи з об'ємним будівництвом та моделюванням у критично значущих галузях.

Сюди входять як розбудова «розумних населених пунктів», так і створення енергоощадних та екологічно чистих споруд, а також проєкти, що вимагають аналізу значних масивів інформації.

Окрема частина наукових пошуків зосереджена на вивченні різноманіття графічних стандартів, які застосовуються геоінформаційними системами, а також їхній спроможності опрацьовувати дані у різних системах відліку й трансформувати інформацію в межах єдиної технічної платформи.

Подібний функціонал значно посилює аналітичний потенціал об'єднаних систем, надаючи керівникам інструментарій для зіставлення різних варіантів розвитку та вибору оптимальних дій, беручи до уваги поточну ситуацію, наявні тенденції та зміни довкілля.

У контексті стратегій, спрямованих на екологічну безпечність будівельної галузі, поєднання технологій BIM та ГІС застосовується для оцінювання потенціалу втілення екологічно збалансованих ініціатив.

Такі підходи вимагають використання об'єднаних цифрових репрезентацій для вирішення управлінських аспектів, зокрема організації людських ресурсів, контролю за будівельними активами та логістикою матеріалів, забезпечення належної якості виконання робіт та зменшення шкідливого впливу на оточуюче середовище.

Огляд фахових видань демонструє широку палітру застосування синергії BIM та ГІС у процесах містобудування. Деякі наукові роботи

фокусуються на розробці моделей, призначених для територій із різним функціональним призначенням, як-от торговельні площі, навчальні заклади та житлові квартали.

У подібних ситуаціях інтеграція сприймається як засіб покращення ідей планування та управління інженерними системами, що в контексті урбаністичної філософії перегукується зі стратегіями вибору майданчиків або ж стратегічним міським будівництвом.

Деякі наукові праці зосереджуються на технологічному боці зведення до купи ВІМ та ГІС, а також на їхній синергії із мережевими рішеннями для формування інтернет-сервісів.

Призначення цих сервісів — підмога особам, відповідальним за прийняття рішень, від інженерного персоналу та проєктувальників аж до експертів із землекористування, у процесах створення та здійснення містобудівних схем.

Існує також окремий пласт літератури, що розглядає використання, яке стосується надання послуг із широким географічним розмахом, що виходить за межі обмежених територіальних одиниць.

До таких галузей відносяться транспортна інфраструктура, регулювання руху автотранспорту, надання медичних сервісів, робота енергомереж та інших інженерних комунікацій, де поєднання технологій ВІМ та ГІС сприяє оптимізації етапів проєктування і подальшого обслуговування.

Окремо слід зазначити праці, які доводять переваги злиття ВІМ та ГІС у механізми довготривалого розвитку міського середовища та передбачення його еволюції, особливо у контексті аналізу різних моделей розширення та формування гнучких підходів до розвитку.

Резюмуючи висновки з опрацьованих наукових праць, чотири ключові сфери застосування об'єднання технологій ВІМ та ГІС у процесах містобудування стають очевидними:

1. Стратегічне планування розвитку міста, куди входить визначення та аргументація локацій для майбутніх будівель та споруд;
2. Створення генеральних планів та комплексних проєктів просторової трансформації територій;
3. Управління земельними ресурсами у контексті великих проєктів та територіальних одиниць;
4. Перспективне планування, що передбачає моделювання передбачуваних змін для формування довготривалих моделей еволюції міської забудови.

3. Значення інтеграції BIM та ГІС для відбудови та розвитку міських територій України

3.1. Роль інтегрованих BIM–ГІС підходів у процесах відбудови міських територій

Нинішній період розвитку міських агломерацій на території України вимагає негайного та аргументованого реагування на спричинені руйнування пошкодження житлового фонду та комунальних мереж.

За цих обставин надзвичайної значущості набувають цифрові методи, які можуть забезпечити глибинне дослідження стану міського простору та сприяти розробці планів щодо відновлювальних робіт.

Злиття технологій інформаційного моделювання споруд із геоінформаційними системами (ГІС) дає змогу об'єднати детальне моделювання об'єктів із просторовим дослідженням певних ділянок, що є критично важливим для формування єдиного розуміння послідовності відбудовних кроків.

Використання технологій BIM дає змогу репрезентувати будівельні та робочі аспекти окремих споруд, включаючи рівень руйнувань, властивості матеріалів, а також можливі шляхи їхнього ремонту чи повторного застосування.

Водночас, ГІС системи відповідають за географічне позиціонування цих будівель у міському контексті, беручи до уваги підключення до транспорту, наявність комунікацій, навколишнє середовище та розподіл функцій на певних ділянках.

Інтеграція обох цих технологічних рішень формує основу для впорядкування відомостей про пошкоджені будівлі та вдосконалення процедур планування відновлення на різних рівнях адміністративного контролю.

Окрім того, злиття технологій BIM та ГІС надає можливість досліджувати, як саме будівельні об'єкти взаємодіють із довкіллям,

прораховувати різні варіанти просторового розвитку та встановлювати черговість у здійсненні заходів із відновлення.

Завдяки цьому можна оминати ухвалення рішень «на ходу» та вибудувати більш послідовну, довгостроково орієнтовану стратегію розвитку міських зон.

Використання поєднаних методик BIM–ГІС дає змогу перейти від латання дір у вигляді відновлення окремих споруд до продуманного, цілісного планування розвитку цілих територій.

Такий спосіб мислення є критично важливим саме для міст України, адже у процесі відбудови необхідно одночасно долати наслідки руйнувань, оновлювати міський простір, підвищувати його практичну користь та готувати його до сучасних суспільних, економічних та екологічних викликів.

3.2. Підтримка прийняття управлінських рішень у міському плануванні на основі інтеграції BIM і ГІС

Одна з найважливіших переваг злиття технологій інформаційного моделювання будівель (BIM) та геоінформаційних систем (ГІС) полягає у значному посиленні здатності ухвалювати обґрунтовані управлінські директиви у контексті містобудування.

Об'єднані цифрові репрезентації (моделі) відкривають шлях для дослідження різних варіантів (сценаріїв) розвитку певних територіальних одиниць, даючи змогу прогнозувати можливі результати від прийняття запланованих дій та брати до уваги сукупність факторів — від просторових і технічних до експлуатаційних — у межах уніфікованого інформаційного простору.

На стратегічному рівні такі моделі здатні служити підґрунтям для окреслення довготривалих архіпланів просторового зростання міст,

виявлення пріоритетних осередків для ревіталізації й обґрунтування необхідності модернізації транспортних та інженерних мереж.

На рівні тактики, поєднання BIM та ГІС дає змогу значно покращити розташування новобудов, розробку маршрутів сполучення, зон для відпочинку та функціональних кластерів, беручи до уваги фізичні обмеження та доступні потужності.

На рівні щоденної праці, цифрові макети, що були об'єднані, здатні слугувати засобом узгодження дій поміж різноманітними суб'єктами, залученими до процесів відновлення та спорудження об'єктів.

Крім того, вони можуть залучатися з метою моніторингу поступлення робіт та узгодженості реальних результатів із запланованими проектними вимогами.

Ілюстрацію використання єдиної моделі, що поєднує технології BIM та ГІС, для відбудови міського середовища, можна углядіти на схемі 6.

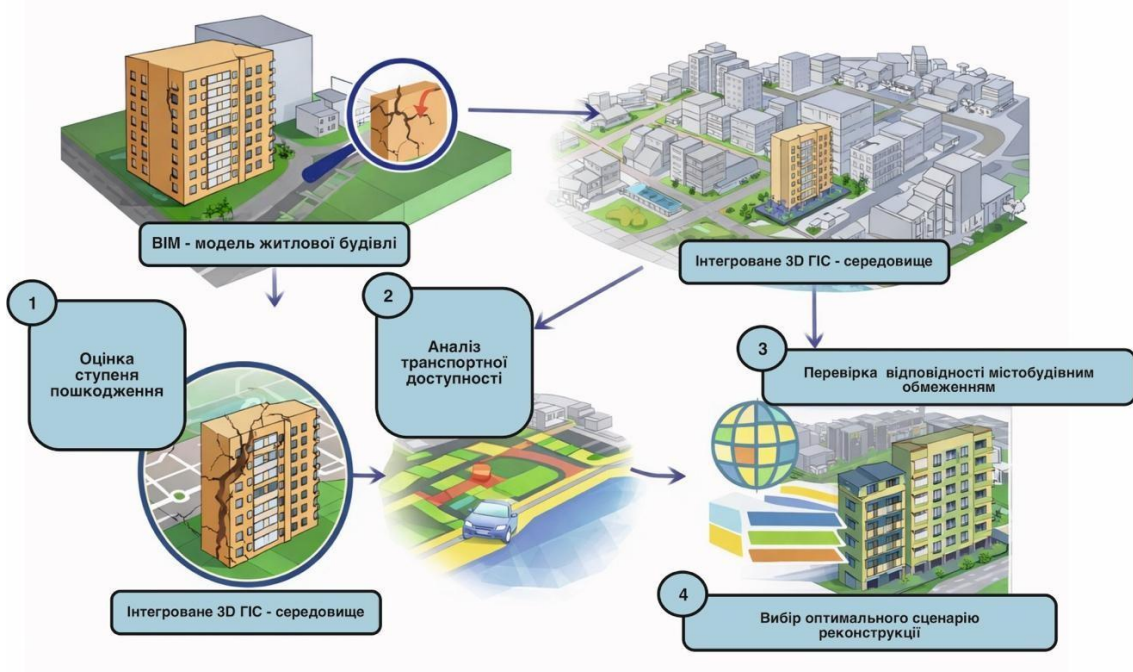


Рисунок 6 – Приклад використання BIM–ГІС моделі для відбудови

Такий метод дає змогу всебічно аналізувати експлуатаційний стан будівель та споруд, враховувати наявні просторові ліміти й потенційні шляхи модернізації.

Ключовим наслідком злиття BIM та GIS технологій виступає також зростання відкритості процедур міського розвитку.

Тривимірні моделі, узгоджені у просторовому сенсі і збагачені геопросторовими відомостями, слугують інструментом для зрозумілої демонстрації ухвалених планувальних рішень та можливих траєкторій освоєння ділянок.

Це полегшує сприйняття проєктних ідей серед населення та всіх причетних сторін, а також закладає основу для пліднішого діалогу між муніципалітетами, розробниками проєктів та міським населенням під час ухвалення остаточних рішень.

3.3. Перспективи застосування інтеграції BIM та GIS у сталому розвитку українських міст

Зведення до купи технологій для інформаційного моделювання будівель та геоінформаційних систем має великі перспективи для впровадження засад сталого розвитку у процеси відбудови та подальшого формування міських просторів України.

Спільне використання деталізованих макетів забудови разом із просторовими даними дає змогу проводити глибоку оцінку енергетичних показників споруд, досліджувати вплив рішень щодо інфраструктури на екологічний стан, а також прогнозувати результати впровадження різних варіантів розвитку міського середовища.

У межах повоєнної реконструкції, впровадження об'єднаних цифрових методологій дає змогу конструювати більш еластичні та витривалі схеми територіального розвитку муніципалітетів.

Сюди входить оптимізація задіювання земель, покращення продуктивності транспортної інфраструктури, зниження тиску на природу та формування безпечних та привабливих умов існування для мешканців.

Значущим плюсом злиття технологій BIM та GIS є також здатність оперувати цифровими проєктами протягом усього життєвого циклу будівель та споруд — починаючи з ескізного задуму та розробки креслень, аж до їхнього функціонування, ремонту й наступного оновлення.

Водночас, для повноцінного застосування інтеграції BIM та GIS в Україні необхідно подолати низку організаційно-правових аспектів.

Це стосується, зокрема, розробки належної нормативної бази, приведення до спільного знаменника форматів і критеріїв просторових та атрибутивних даних, а також навчання кадрів, спроможних оперувати складними цифровими репрезентаціями міського простору.

Попри існуючі перешкоди, поступове впровадження об'єднаних цифрових методологій закладає фундамент для еволюції до передових механізмів керування міськими утвореннями, сфокусованих на тривалій сталості, раціональному споживанні ресурсів та зростанні привабливості українських міст у перспективі.

Отже, розгляд потенціалу для злиття BIM та GIS у сфері відновлення й поступу міських областей України доводить слушність використання повноцінних цифрових методологій на кожному етапі містобудівного процесу.

Коли деталізоване моделювання об'єктів поєднати з просторовим дослідженням, формується та інформаційна база, яка потрібна для зваженого керування та ухвалення рішень.

Це також значно покращує злагодженість робіт з відновлення та сприяє вибудові стійких схем еволюції міського масиву.

Завдяки об'єднаним BIM–ГІС інструментам з'являється можливість замінити окремі кроки на цілісне бачення просторового зростання, що має критичне значення саме у період постреконструкції.

Попри ті труднощі, що існують у сфері організації та законодавства, впровадження подібних методів відкриває можливості для оновлення системи контролю за міськими просторами, а також для творення таких міст, які будуть спроможні конкурувати, витримувати навантаження та швидко пристосовуватися у майбутньому.

Огляд актуальних способів поєднання BIM та ГІС демонструє значний потенціал їх практичного використання тут, в Україні.

Ключові сфери, де можуть бути застосовані об'єднані підходи BIM–ГІС, представлено у Таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні напрями застосування BIM–ГІС в Україні

Напрямок	Приклад застосування
Відбудова житла	Оцінка пошкоджень, реконструкція
Транспортна інфраструктура	Мости, дороги, розв'язки
Інженерні мережі	Вода, каналізація, електромережі
Культурна спадщина	Цифрові моделі пам'яток
Міське управління	Генеральні плани, зонування

Висновок

У межах цієї дипломної роботи виконано розбір найважливіших моментів наукового методу та концептуальних засад поєднання геоінформаційних систем із технологіями інформаційного моделювання споруд.

Дослідження охопило фундаментальні засади такого злиття, а також виявило його ключові позитивні сторони, котрі обумовлюють взаємне підсилення цих двох провідних цифрових інструментів, що активно використовуються у сучасному містобудуванні.

Зроблений огляд дав змогу аргументувати значущість об'єднання BIM та ГІС для забезпечення ефективності заходів з планування та ухвалення рішень на рівні управління.

Використання комплементарних цифрових методів сприяє формуванню єдиного образу міського простору, що, як наслідок, дає змогу покращити якість розроблених планів та оптимізувати життєві умови громадян.

Цей напрямок надає планувальникам та експертам свіжі перспективи, гарантуючи значну еластичність у маніпулюванні просторовими відомостями та величезний ресурс для вдосконалення актуальних підходів до урбаністичного розвитку.

З часом міські ареали, особливо ж історичні серцевини міст, вимагатимуть більш динамічних заходів із перебудови, оновлення чи заміни старих будівель, аби відповідати вимогам збільшення популяції та посилення міських тенденцій.

Будівельні операції в умовах, де забудова є надмірно скупченою, викликають зростання шуму, посилення забруднення та спричиняють серйозні перешкоди для руху транспорту, що, своєю чергою, диктує потребу в скороченні часу виконання будівельних ініціатив.

За нинішньої ситуації, життєво необхідним стає забезпечення себе даними про будівельні ділянки, які мають бути не лише достовірними і свіжими, а й вичерпними, адже вони є фундаментом для належного планування та впорядкування будівельних робіт.

Саме злиття геоінформаційних систем (ГІС) та інформаційного моделювання будівель (ВІМ) здатне цю мету реалізувати, об'єднуючи детальне представлення об'єктів із можливостями просторового дослідження.

Це, своєю чергою, позиціонує такий підхід як багатообіцяючий засіб для формування передового й екологічно відповідального міського оточення.

Список використаної літератури

1. Бакалаврська робота. Методичні вказівки. За ред. проф. Полянської А. С., доц. Станьковської І.М., доц. Вербовської Л. С. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020. 42 с.

2. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. Стандарт України. Вид. офіц. [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.

3. Лазарєва О. В. Вимоги до виконання кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» : методичні вказівки / О. В. Лазарєва, С. М. Смирнова. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 28 с. (Методична серія ; вип. 383).

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема бакалаврської роботи:

**«Аналіз сучасних підходів до інтеграції ВІМ та ГІС у
міському плануванні»**

Обсяг пояснювальної записки: _____ аркуша.

_____ рік
(дата)

(підпис студента)