

О.Є. Поморцева, С.М. Кобзан, М.А. Кухар, О.О. Воронков

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ТРИВИМІРНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВТРАЧЕНОЇ НЕРУХОМОСТІ

У статті розглядається актуальна проблема створення тривимірних архітектурних моделей для відновлення первісного вигляду будівель або збереження архітектурних пам'яток за допомогою новітніх технологій та геоінформаційних систем. Метою статті є вивчення та аналіз стратегій створення тривимірних моделей з подальшим їх імпортом у геоінформаційний простір. Автори у цьому дослідженні вирішують наступні завдання: визначення за допомогою якого саме програмного забезпечення можна вирішити завдання з тривимірного моделювання та подальшого розміщення моделі у геоінформаційній системі. Методи, які допоможуть вирішенню цього завдання – використання можливостей двох різних програм, а саме Sketch Up Pro для створення тривимірних моделей будівель та ArcGIS Pro для представлення моделі на карті. В результаті дослідження авторами було запропоновано розміщення створеної тривимірної моделі будівлі на геоінформаційній карті. Саме можливості геоінформаційної системи допоможуть з одного боку точніше відтворювати понівечені архітектурні споруди в наслідок бойових дій, а з іншого зберегти історичні пам'ятки та історичну спадщину.

Ключові слова: геоінформаційні технології, післявоєнна відбудова, архітектурно-історичне середовище, нерухомість, позиціонування.

Постановка проблеми

На сьогодні все більше розмов ведеться про тривимірні геоінформаційні системи, тому створення тривимірних архітектурних моделей останнім часом стає кричущим питанням [1]. Завдання, які вирішуватимуть такі тривимірні геоінформаційні системи (ГІС), все ще до кінця незрозумілі, але це дає змогу надати їм потрібних властивостей, опираючись на той чи інший кінцевий результат, який необхідно отримати. Але тривимірні моделі міст та окремих об'єктів створюються вже понад десяток років [2].

На території України знаходиться багато архітектурних об'єктів, які заслуговують уваги. Більшість з них – це будівлі кінця XIX початку XX століття, які мають статус архітектурної пам'ятки. З кожним днем архітектурна спадщина нашої держави зазнає значних втрат та великими темпами зменшується. А в період воєнних дій втрата історичних пам'яток набула ще більших темпів у зв'язку з обстрілами міст. Ці негативні зрушення проходять також через виведення пам'яток з Державного реєстру архітектурних пам'яток України, невдалої реставрації, яка не відповідає нормам, руйнації, спотворення фасадів мешканцями будинків, стихійна неконтрольована надбудова, вандалізм, незаконне знесення. Тому повинні бути проведені заходи щодо закріплення якомога більш детальної та актуальної інформації про архітектурну спадщину.

Для вирішення цієї проблеми якраз і можна використовувати потужності сучасних геоінформаційних технологій. Тобто подібна проблема частково може бути вирішена за допомогою бази геоданих, яка є невід'ємною часткою будь-якої ГІС [3–5]. До того ж цифровий формат зберігання інформації є зручним з точки зору постійного корегування та оновлення. Це відповідає сучасним тенденціям розвитку, надає змогу швидкого зв'язку із можливим замовником та споживачем на просторах Інтернету.

Для створення тривимірних моделей та макетів існує велика кількість технологій. В даний час у зв'язку з розвитком програм тривимірного моделювання, впровадженням у виробництво верстатів з числовим програмним управлінням, значно розширилися можливості моделювання. Створенні макети будівель та архітектурних споруд можуть бути перетворені із цифрової тривимірної моделі на модель фізичну за допомогою тривимірного друку. Все це зможе закрити «білі плями» що до архітектурних пам'яток та за допомогою цього ознайомити якомога більшу кількість людей по всьому світу з українськими архітектурними пам'ятками. Також це допоможе при відбудові споруд після їх часткового або повного знищення внаслідок воєнних дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стрімкий розвиток технологій тривимірного моделювання пов'язаний в першу чергу, з появою та

початком широкого використання цифрових аерофотокамер та повітряних лазерних сканерів. Виявляють три основні стратегії створення тривимірних (3D) моделей з подальшим їх імпортом у геоінформаційний простір. До них відносять [6]:

- ручне створення моделей у програмах тривимірного моделювання;
- повністю автоматична генерація 3D моделей;
- напівавтоматичне створення 3D моделей.

Ручне створення моделей у програмах тривимірного моделювання становить з себе найважчий спосіб. Моделі будівель створюються в таких програмах, як AutoCAD, ArchiCAD, ArcGIS+3DAnalyst, 3ds Max або Google SketchUp. Моделювання геометрії та текстурування моделей проводяться вручну. Для спрощення процесу у міській забудові виділяються набори типових будівель. Моделі створюються для кожного типу будівель і потім множаться потрібну кількість разів при розміщенні на карті. Для прискорення процесу тривимірні об'єкти часто одержують методом видавлювання будівель за їхніми відбитками на плані міста. Висоту, на яку видавлюється кожен будинок, отримують з атрибута, що містить кількість поверхів. Текстурування зазвичай виконується наземними фотознімками та зображеннями з бібліотек текстур [5]. Такий спосіб створення має ряд як переваг так і недоліків.

Переваги:

- Можливість створення моделей із дуже високою геометричною деталізацією.
- Для кожного типу будов створюється лише одна модель. Дана модель одного разу завантажується при візуалізації, і використовується всіма будівлями заданого типу. Це дозволяє значно економити пам'ять та зменшує розмір тривимірної моделі міста на диску.
- Текстура не містить зображень сторонніх об'єктів, спроектованих на стіни будівель. Оскільки текстурування виконується вручну, всі зображення перед текстуруванням обробляються оператором. Обробка включає усунення зайвих об'єктів на фотографіях, таких як дерева або автомобілі, вирівнювання зображень за яскравістю та тоном і часто видалення тіней.

– Тривимірні будинки є окремими об'єктами, з якими може бути асоційована будь-яка атрибутивна інформація.

Недоліки:

- Дуже висока трудомісткість. Незважаючи на те, що сучасні 3D редактори дозволяють прискорити деякі етапи моделювання, все одно вони виконуються вручну.
- Потенційно низька метрична точність. Джерелом розмірів для моделі будівлі зазвичай є фотографії фасадів, поверховий план або відбиток будівлі на плані міста. Фотограмметричні

вимірювання за наземними фотографіями не проводяться, оскільки це занадто затратно і не передбачено у 3D редакторах. Плоский план не несе всієї необхідної інформації про форму будівлі. Відсутні розміри розраховуються приблизно, часто на око. Це звичайно не стосується випадку, коли вихідними даними для проектування є архітектурна модель будівлі, використана при його будівництві, або дані наземного лазерного сканування. Однак такий випадок – велика рідкість.

– Типізація будов крім плюсів має й недоліки. Неможливість створити набір типів, що описує всі варіанти будівель міста, призводить до узагальнення та спрощення моделі міста. Унікальні будинки замінюються типовою моделлю. Особливо це стосується приватної забудови, де все різноманіття архітектурних форм часто замінюється одним простим прототипом, наприклад, сірою коробкою з двосхилим дахом.

– Недостатня фотореалістичність. Як текстури в даному методі зазвичай використовуються наземні фотографії. Це якісні фотографії високої роздільної здатності. Однак сфотографувати кожную будівлю міста, та ще з усіх боків неможливо. Фотографії, що бракують, замінюються типовими текстурами з бібліотек. Синтезовані таким чином текстури виглядають штучно через поєднання фотографії та бібліотечної мальованої текстури. Крім того, всі текстури вирівнюються за яскравістю і тоном, з фотографій намагаються прибрати тіні. Відсутність тіней на стінах будівель та поверхні землі також вносить відчуття штучності. Складність процесу отримання фотографій та текстурування призводить до відмови від фотореалістичних текстур для багатьох типів будівель. Такі будівлі розфарбовуються одним або декількома кольорами або повністю покриваються зображеннями з бібліотек текстур.

Описаний метод застосовується для заповнення шару 3D будівель у Google Earth. Тривимірні моделі будівель тут створюються переважно силами користувачів у розробленій для цього програмі – Google SketchUp. Опубліковані на спеціальному сайті 3D Warehouse моделі проходять модерацію і потім з'являються у Google Earth.

Повністю автоматична генерація моделей, це наймолодша та найперспективніша технологія. Використовує алгоритми відновлення геометричної форми об'єктів за їх стереозображенням. Стереозображення отримують з літака, для цього використовують цифрові похилі камери, типу Pictometry або Geosystem 3-OC-1. Ці зображення використовуються як джерело текстур фасадів будівель. Для уточнення геометрії будівель та отримання моделі рельєфу може використовуватись повітряний лазерний сканер. Яскравим прикладом цієї технології є моделі, створювані шведською компанією C3 Technologies (рис. 1).



Рис. 1. Приклад моделі C3 Technologies

За твердженням представників компанії, тривимірні моделі міст створюються лише за похилими та вертикальними знімками без використання даних лазерного сканування. Весь процес повністю автоматизовано. Пошук одних і тих же точок на знімках, що перекриваються, формує хмару точок, що описує земну поверхню і об'єкти, що піднімаються над нею. Потім хмара точок триангулюється з метою отримання поверхні. В отриманій поверхні виконується пошук площин для кращої передачі стін та дахів будівель. Кінцевим продуктом є тривимірна модель місцевості, що представлена з різним ступенем деталізації та доступна для перегляду онлайн.

Також існує технологія автоматичної побудови тривимірних моделей фасадів будівель, розроблена в університеті Берклі, США [7]. З нею аерозйомка та дані повітряного лазерного сканування доповнюються фотознімками та хмарию крапок із наземного лазерного сканера. Лазерний сканер і фотокамера встановлюються на автомобіль, що переміщається вулицями та виконує зйомку будівель. Лазерний сканер допомагає відновити форму фасадів будівель та відсікти перешкоди, що знаходяться перед будинками: дерева, автомобілі, пішоходи. Також хмара точок лазерного сканера допомагає відновити траєкторію руху автомобіля, що необхідно для точного визначення положення будівель та геоприв'язки фотографій для подальшого автоматичного текстурування.

Але і в цій технології існують свої недоліки та переваги. До переваг можна віднести наступні.

- Висока швидкість створення моделей міст. Завдяки повністю автоматичному процесу тривимірні моделі навіть великих міст створюються за дні, а не за роки, як при використанні повністю ручного моделювання.

- Висока фотореалістичність. Текстурування виконується автоматично за аерознімками або геоприв'язаними знімками наземної камери. Повна відсутність типових текстур із бібліотек. Усі фасади будівель виглядають так, як це було на момент зйомки.

- Низька вартість створення моделі за рахунок виключення ручної праці операторів.

До недоліків цієї технології можна віднести.

- Недостатня геометрична точність моделі. Алгоритми автоматичного відновлення форми об'єктів за фотознімками або даними лазерного сканування, незважаючи на значні успіхи в цій галузі, все ще недосконалі. Як наслідок цього фігури будівель відновлюються з помилками, часом досить грубими. Вертикальні стіни можуть бути сильно нахиленими, розміри будівель значно спотворюються. Цей факт виключає можливість проведення точних вимірювань (точність яких можна порівняти з точністю вихідних даних), за автоматично згенерованими моделями.

- Неможливість відокремити об'єкти будов від поверхні рельєфу чи один від одного. Автоматичне розпізнавання нині нездатно надійно проводити класифікацію об'єктів і надійно визначати їх межі. Як наслідок цього автоматично згенеровані моделі міст складаються з однієї суцільної поверхні, що включає будівлі, дерева і рельєф (технологія C3 Technologies) або з поверхні рельєфу та міських кварталів (технологія університету Берклі). Так як будівлі в таких моделях не представлені окремими об'єктами, не можна призначити атрибути. Це ускладнює створення адресної бази даних та обмежує застосування моделі. Наприклад, для розрахунку зашумленості потрібно класифікація об'єктів за типом матеріалу, з якого вони складаються, що неможливо зробити, за відсутності окремих об'єктів. Простий підрахунок числа будівель у місті теж неможливий.

- Низька якість текстур. Під час автоматичного текстурування сторонні об'єкти, спроектовані на фасади будівель, залишаються на текстурах. На стіни потрапляють дерева та автомобілі. Якщо зйомка проводилася влітку, густі крони дерев можуть закривати більшу частину будівлі. Крім того, точність положення текстур виявляється низькою. На сторонах будівлі, знятої під гострим кутом, текстури виявляються зміщеними.

Напівавтоматичне створення тривимірних моделей виключає слабкі сторони повністю автоматичного процесу генерації моделей міст. Геометричні моделі будівель тут створюються операторами з аерознімків. Цей підхід застосовується в програмному забезпеченні Delta/Digitals та CyberCity-Modeler [8]. Для побудови моделей будівель CyberCity-Modeler дозволяє використовувати дані лазерного сканування.

Створення тривимірної моделі будівлі складається з вимірювання оператором характерних точок контуру даху. Вимірювання проводяться стереоскопічним методом. Для прискорення процесу використовуються шаблони, розроблені для основних типів дахів. Складні форми утворюються шляхом поєднання

простих геометричних фігур. Висота стін будівель не вимірюється. Стіни утворюються проектуванням точок основи даху на поверхню рельєфу.

Описана методика дозволяє створювати моделі будівель швидко та якісно. На одну будівлю досвідчений оператор витрачає від 10 секунд до однієї хвилини, залежно від її складності. Точність вимірювань можна порівняти з геометричною точністю вихідних аерознімків.

Створення моделей будівель – єдиний ручний процес при генерації тривимірної моделі міста. Подальша обробка створених моделей здійснюється повністю автоматично. Текстури фасадів та дахів витягуються з тих самих знімків, що використовувалися для створення геометрії. На цьому етапі дуже важливо, щоб усі сторони будівлі були помітні на знімках. Щоб досягти цього, використовуються бічні похилі камери або спеціально спроектовані зальоти. За відсутності бічних похилих камер заліт повинен бути запланований більш ніж з 50 % міжмаршрутним перекриттям або з додатковими маршрутами, спрямованими перпендикулярно основним.

Як і у попередніх стратегіях моделювання, у цієї є свої як свої недоліки, так і переваги. До переваг можна віднести.

– Високу продуктивність. Під час створення будівель використовуються типові шаблони. Завдяки цьому на одну будівлю оператор витрачає небагато часу.

– Висока геометрична точність. Положення точок контуру будівлі вимірюється за стереознімками. Помилка визначення координат точок у порівнянні з геометричною точністю знімків. Ступінь деталізації моделей будівель визначається технічним завданням, яке регламентує, наскільки дрібні архітектурні елементи повинні бути відтворені.

– Будинки є окремими об'єктами, яким можуть бути призначені будь-які атрибути: адреса, рік побудови, тип будівлі, матеріал стін. Модель міста з будинками у вигляді окремих об'єктів має ширше застосування. Її можна використовувати для міського планування, розрахунку зашумленості, побудови карти розповсюдження радіохвиль, прогнозування затоплення.

– Висока фотореалістичність. Текстурування як і технології повністю автоматичного моделювання проводиться автоматично. Текстури витягуються з аерознімків і виглядають дуже природно. Тіні з текстур не забираються, що створює ілюзію якісного освітлення тривимірної сцени.

До недоліків можна віднести наступні.

– Ручна праця операторів, порівняно з повністю автоматичною генерацією моделей. Це підвищує вартість усієї моделі та збільшує час роботи над нею.

– Низька якість текстур. Текстури витягуються з аерознімків і мають низьку роздільну здатність,

порівняно з наземною фотозйомкою. При недостатній кількості надлишкових зображень може виявитися, що деякі сторони будівель зовсім без текстур.

– Тривимірна модель міста Вінниці (рис. 2), була створена з використанням напівавтоматичних технологій у програмному забезпеченні НВП «Геосистема».



Рис. 2. Приклад 3D моделі міста Вінниці

Як вихідні дані моделі використовувалися аерознімки з камери 3-DAS-1. Час, витрачений на створення – 1 місяць. Одна з небагатьох тривимірних моделей, що повністю покриває всі райони міста. Незважаючи на ручне створення моделей будівель та короткі терміни виконання робіт, було змодельовано кожен будинок з площею понад 3 м².

Виклад основного матеріалу

Для вирішення реального завдання зі створення тривимірної моделі будівлі та подальшого її позиціонування на карті необхідно визначити за допомогою якого саме програмного забезпечення можна це вирішити. Для створення 3D моделей найбільш поширеними у світі є три програми, можливості яких наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Можливості програм з моделінгу

Характеристика	Sketch Up	ArchiCAD	3ds Max
Точність розмірів	+++	+++	+++
Продуктивність	++	+++	+
Навички роботи	+++	++	+
Рівень візуалізації	++	+	+++
Збереження моделі у форматі *3ds	+++	+++	+++
Простота інтерфейсу	+++	+	+
Вартість ліцензії	8313,90 грн/рік, є безкоштовна онлайн версія	131069,41 грн/рік	91703,00 грн/рік
Позиціонування на карті	+	–	–

В наслідок аналізу вибір було зупинено на програмному забезпеченні Sketch Up, так як за допомогою нього можливо створити модель високої геометричної точності з середнім рівнем візуалізації та прив'язкою у подальшому за координатами.

Після створення 3D моделі необхідно спозиціонувати її на карті місцевості та описати у базі даних деякі характеристики. Для цих цілей необхідно скористатися геоінформаційною системою (ГІС), яких існує декілька від різних розробників. У таблиці 2 наведено порівняння ГІС за тими критеріями, які є важливими для вирішення поставленої задачі.

Таблиця 2

Можливості ГІС

Характеристика	ArcGIS Pro	GRASS GIS	QGIS
Вартість ліцензії	50400 грн	безкоштовно	безкоштовно
Робота з 3D	+	+	+
Простота інтерфейсу	++	+	+
Імпорт файлу у форматі *.3ds	+	—	—
Можливість обльоту навколо імпортованої моделі	+++	—	—

Програмне забезпечення ArcGIS Pro єдине з проаналізованих, яке має змогу імпортувати файли у форматі *.3ds та надає імітацію обльоту навколо імпортованої моделі [9].

У зв'язку з наявністю особливих первинних вхідних даних (дані обльоту з дрону, двовимірні креслення фасадів будівель) та особливостей вихідних даних (висока геометрична деталізація, висока реалістичність) та після огляду основних стратегій створення 3D моделей був обраний ручний спосіб створення моделей у програмах тривимірного моделювання.

Вихідними даними для створення тривимірної моделі пам'ятки архітектури, яка знаходиться за адресою місто Харків, вулиця Полтавський Шлях 46, слугували матеріали альбому з обміру будівлі створеного архітекторами-реставраторами (рис. 3), а також фотограмметричні дані.

На базі програмного забезпечення Sketch Up Pro було створено тривимірну модель будівлі. На першому етапі роботи були відскановані потрібні графічні матеріали з реставраційного альбому, потім скани у PNG форматі були імпортовані до простору Sketch Up та відповідно відмаштабовані. Після цього біло обведено кожен елемент будівлі та утворено відповідні площини, у ході четвертого етапу були сформовані об'єми стін та архітектурні елементи – вікна, двері, огороження, декоративні

елементи. П'ятий етап роботи полягав у переміщенні всіх складових на своє реальне місцезнаходження, шостий етап – у формуванні однієї моделі. Кінцевим етапом моделінгу було додавання текстур, що максимально відповідають використаним будівельним та оздоблювальним матеріалам на фасади. Оцінити схожість моделі та реального об'єкту можна на рисунку 4.



Рис. 3. Фото з обмірного альбому

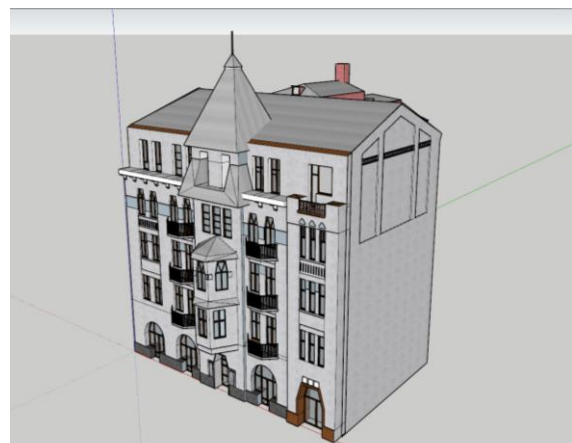


Рис. 4. Вигляд кінцевої отриманої тривимірної моделі та фотографії

Геоінформаційна система ArcGIS Pro має можливість завантаження файлу 3D формату у двох розширеннях: *.3ds та *.skp. У ході виконання роботи було виявлено, що вибране програмне забезпечення більш коректно розпізнає файли формату *.3ds – модель завантажується з усіма текстурами, що дає

зможу більш реалістично представити архітектурну пам'ятку. Тому було обрано формат збереження моделі *.3ds. Варто зробити акцент на тому, що модель підвантажується з доданими раніше текстами, що є важливим для виконання поставленого завдання. Деталізація ж будівлі відповідає створеній моделі у Sketch Up.

Отже, після виконання повного циклу імпорту та позиціонування однієї моделі можна за таким же принципом додавати на ГІС-карту будь-яку модель будівлі (рис. 5).



Рис. 5. Вигляд моделі на реальному місцезнаходженні

Тобто, на жаль, було на практиці показано, що жоден із існуючих програмних продуктів не об'єднує в собі всі необхідні функції і потрібно користуватися двома різними програмами для вирішення поставленого завдання.

Висновки

Запропонована послідовність дій дозволить не тільки ознайомити велику кількість людей у всьому світі (як спеціалістів різних будівельних професій так і пересічного користувача) з українськими архітектурними пам'ятками, так і дозволить відновити первісний вигляд великої кількості будівель, які були частково зруйновані у період воєнних дій. Виконати це стане можливим за рахунок тривимірної візуалізації у геоінформаційних системах.

Література

1. BIM + ГІС: майбутнє всіх інфраструктурних проєктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20000
2. Основные стратегии создания 3D моделей городов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gis-lab.info/qa/3dcities.htm>
3. Поморцева Е.Е. Особенности изучения геоинформационных систем в высшей школе / Поморцева Е.Е., Маслий Л.А., Конь Д.А., Сальников М.В. // Системы обработки информации. – 2016. – № 2. – С. 220–226.
4. Кобзан С. Дослідження ринку нерухомості за допомогою ГІС. Тенденції та перспективи розвитку / Кобзан С., Поморцева О. // Збірник наукових праць ЛОГОС. – 2021. – Т. 3. – С. 151–156.

5. Поморцева О.С. Тривимірний кадастр нерухомості: проблеми використання даних // Вчені записки. – 2019. – С. 212–216.
6. Ничвид М.Р. Аналіз програмних продуктів при створенні 3D кадастру / Ничвид М.Р., Шейдик А.А. // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції. – 2016.
7. Fast 3D City Model Generation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www-video.eecs.berkeley.edu/~frueh/3d/>
8. The Future of Smart 3D Mapping & Planning with Digital Twins [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cybercity3d.com>
9. Проекты в ArcGIS Pro [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/projects/what-is-a-project.htm>

References

1. BIM + GIS: the future of all infrastructure projects. URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20000 [in Russian]
2. Basic strategies for creating 3D models of cities. URL: <https://gis-lab.info/qa/3dcities.htm> [in Russian]
3. Pomortseva, E.E., Masliy, L.A., Kon, D.A., & Salnikov, M.V. (2016). Features of the study of geographic information systems in higher education. *Information processing systems*, 2, 220–226. [in Russian]
4. Kobzan, S., Pomortseva, O. (2021). Real estate market research using GIS. Trends and prospects for development. *Collection of scientific works ЛОГОС*, 3, 151–156. [in Ukrainian]
5. Pomortseva, O.E. (2019). Three-dimensional real estate cadastre: problems of data use. *Scientific notes*, 212–216. [in Ukrainian]
6. Nichvid, M.R., Sheidik, A.A. (2016). Analysis of software products when creating a 3D cadastre. *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference*. [in Ukrainian]
7. Fast 3D City Model Generation. URL: <http://www-video.eecs.berkeley.edu/~frueh/3d/>
8. The Future of Smart 3D Mapping & Planning with Digital Twins. URL: <https://www.cybercity3d.com>
9. Projects in ArcGIS Pro. URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/projects/what-is-a-project.htm> [in Russian]

Рецензент: д-р екон. наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ПОМОРЦЕВА Олена Євгенівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – elenapomor7@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4746-0464>

Автор: КОБЗАН Сергій Маркович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – s.kobzan@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5257-8117>

Автор: КУХАР Максим Анатолійович
кандидат технічних наук, асистент кафедри земельного
адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – maksimposhta@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8305-6269>

Автор: ВОРОНКОВ Олексій Олександрович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – aavoronkovaa@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6905-0098>

THREE-DIMENSIONAL GEOINFORMATION MODELS. REAL ESTATE RESTORATION PROJECTS

O. Pomortseva, S. Kobzan, M. Kukhar, O. Voronkov

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*The article considers the current problem of creating three-dimensional architectural models to restore the original appearance of buildings or preservation of architectural monuments using the latest technologies and geographic information systems. The aim of the article is to study and analyze strategies for creating three-dimensional models with their subsequent import into the geoinformation space. The authors consider in detail the advantages and disadvantages of the main modeling strategies – manual creation of models in specialized programs, fully automatic generation of three-dimensional models and semi-automatic creation of models. The authors of this study solve the following tasks: the definition of software that can be used to solve problems of three-dimensional modeling and subsequent placement of the model in the geographic information system. Methods are proposed to solve this problem – using the capabilities of two different programs. Namely, Sketch Up Pro for creating three-dimensional models of buildings and ArcGIS Pro for presenting the model on the map. The process of creating a photorealistic model was divided into six stages. The final stage of modeling should be the stage of adding textures that best match the used building and finishing materials for facades. The article uses a method – geoinformation three-dimensional modeling of architectural structures. As a result of the study, the authors proposed to place the created three-dimensional model of the building on a geographic information map using ArcGIS Pro software. This allows you to import *.3ds files and simulates a flyby around the imported model. Such capabilities of the chosen geographic information system will help to reproduce the damaged architectural structures more accurately as a result of hostilities and preserve architectural monuments and historical heritage.*

Keywords: geoinformation technologies, post-war reconstruction, architectural and historical environment, real estate, positioning.