

УДК 004:728+827

**Гончаренко Тетяна Андріївна**Старший викладач кафедри інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0003-2577-6916](https://orcid.org/0000-0003-2577-6916)

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ ТЕРИТОРІЇ ПІД ЗАБУДОВУ

***Анотація.** Інформаційне моделювання (ВІМ-технологія) для просторово-розподілених об'єктів, одним з яких є територія під забудову, має коротшу історію свого застосування, ніж для просторово-локалізованих (вертикальних) об'єктів, яким є окрема будівля. Це пов'язано з тим, що для проектування будівельного майданчика задіяно багато технологічно різнорідних спеціалізацій, а наявне програмне забезпечення не дозволяє мати єдине інформаційне ядро або універсальний формат передачі даних. На сьогодні ці проблеми вирішені лише частково, але досвід застосування ВІМ для будівель показує, що наявні програмні та технологічні обмеження можна обійти шляхом правильної організації ВІМ-процесу з урахуванням всіх сучасних можливостей інформаційних систем. ВІМ-технологія виводить моделювання території під забудову на новий технологічний рівень, що дозволяє підвищити якість, обґрунтованість та ефективність прийняття проектних рішень. Потрібен новий підхід до організації робіт з метою підтримки процесу створення та передачі інформації у цифровому вигляді, а також її повторного багаторазового використання на різних етапах життєвого циклу будівельного майданчика.*

**Ключові слова:** ВІМ; територія під забудову; зведена інформаційна модель; середовище загальних даних; ЦММ; ЦМР; ЦМС; 3D-поверхня; геоінформаційна модель

### Вступ

Все частіше під терміном ВІМ (Building Information Modelling) розуміють не тільки інформаційну модель будівлі, а й технологію інформаційного моделювання в будівництві [1]. Більшість програмних комплексів, які використовуються на сьогодні в Україні для інформаційного моделювання не готові повноцінно реалізувати концепцію, закладену в самому терміні ВІМ, оскільки, поки що не існує чітко визначених норм та правил його застосування та єдиних стандартів передачі даних. Насамперед інформаційне моделювання – це інтелектуальний процес, заснований на створенні і використанні об'єктно-орієнтованих параметричних тривимірних моделей (ВІМ-моделей) для вирішення конкретних завдань протягом усього життєвого циклу об'єкта. За своєю природою будь-яка будівельна діяльність починається з вибору території під забудову та прив'язки до земельного простору. Тому однією із перших таких інтелектуальних задач є моделювання території під забудову, на якій буде розташований майбутній об'єкт будівництва.

Традиційно більшість будівельних завдань мають справу з планарним (площинним) описом будівельного простору у вигляді топографічних карт,

схем, креслень. Відповідно до цього модель представлення просторової інформації повинна включати цифрове представлення цих форм даних. З цього виникає потреба у такій моделі, яка б відображала істотні для розв'язуваної будівельної задачі топологічні просторові відносини розташованих на ній об'єктів. У зв'язку з цим актуальною є розробка такої цифрової моделі території під забудову, яка б відповідала вимогам інформаційного моделювання об'єктів будівництва (ВІМ-технології).

### Мета статті

Мета статті полягає в розробці інформаційної цифрової моделі території під забудову, застосовуючи принципи ВІМ-технології. Основним завданням такого земельного моделювання є поєднання різних просторово-розподілених даних. Створення такої інформаційної моделі можна розглядати як сукупність графічних і неграфічних даних, представлених в цифровому вигляді, технічної та іншої інформації, що розміщується у відповідності до встановлених правил в середовищі загальних даних. Такий підхід формує єдиний інформаційний простір по об'єкту моделювання (в даному випадку – території під забудову) на всіх або окремих етапах його життєвого циклу.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

На перший погляд, в якості інформаційної основи для створення цифрової моделі території під забудову може виступати цифрова модель місцевості (ЦММ). Існує безліч методик збирання та оброблення інформації для подальшої побудови цифрової моделі, але кожне з наведених визначень ЦММ у наукових працях [2; 3; 12 – 16] спрямоване на однокомпонентну обробку даних без урахування особливостей інтеграції різних типів інформації. Таким чином запропоновані підходи не мають властивостей інтелектуальності і не є об'єктно-орієнтованими. Насамперед, ЦММ – це базова геопідоснова, що має володіти здатністю накопичення інформації про об'єкт моделювання та використовувати її для зміни своїх можливостей і адаптації до змін.

Інтелектуальна ЦММ – це насамперед просторовий каркас, який повинен володіти можливостями побудови і візуалізації аналітичної тривимірної топографічної поверхні та математичним апаратом її інтерпретації в тривимірному просторі. Виходячи з цього визначення [17], ЦММ має містити цифрову модель рельєфу (ЦМР), як необхідну платформу для моделювання території під забудову.

Єдині правила кодування і цифрового опису об'єктів місцевості мають істотно поліпшити

інформаційну взаємодію програмних засобів та інформаційних систем, які використовуються для обробки і аналізу результатів вишукувань. Отже з'являється необхідність розробки єдиної інтегрованої ЦММ (ІЦММ), яка буде застосовуватися для створення цифрової моделі території під забудову, вбирати весь обсяг інформації та забезпечувати інтеграцію різних типів даних, поданих у цифровій формі.

Виходячи з огляду літератури та розробки ідей в межах дослідницького завдання, пропонується наступна цифрова модель, яка містить складові, наведені на рис. 1. На принципах ВІМ-технології будується інтегрована (чи зведена) інформаційна модель об'єкта – території під забудову, що складається зі з'єднаних між собою різних незалежних моделей.

Цифрова модель території під забудову (ЦМТЗ) – це сукупність результатів інженерних вишукувань про ділянку для будівництва, представлених в цифровому вигляді, яка може містити:

- цифрову модель рельєфу (ЦМР);
- цифрову модель ситуації (ЦМС), яка включає модель штучних споруд (ЦМШС);
- цифрову модель землекористування (ЦМЗ);
- цифрову модель інженерних комунікацій (ЦМК);
- цифрову модель геології (ЦМГ);
- цифрову модель гідрометеорологічної будови (ЦМГМ);



Рисунок 1 – Інтегрована модель території під забудову (ІМТЗ)

- цифрову модель інженерно-екологічних вишукувань (ЦМЕ);
- цифрову модель техніко-економічних показників;
- цифрові моделі інших характеристик місцевості.

Згідно з методикою BIM-проекту, викладеної в документі The BIM Project Execution Planning Guide [5], кожен елемент BIM-моделі має включати в себе три аспекти:

- опрацювання геометричних даних;
- графічне відображення;
- опрацювання атрибутивних даних.

Опрацювання геометричних даних – опис геометричних параметрів елемента моделі: форма (точка, лінія, полігон), просторове розташування, габарити, довжина, ширина, висота, товщина, діаметр, площа, об'єм, площа перетину, схил, рівень та ін.).

Графічне відображення – відображення основних геометричних параметрів елемента моделі (зовнішній вигляд / вид, умовне позначення, колір і ін.).

Опрацювання атрибутивних даних – опис атрибутів елемента моделі. Атрибутивні дані не мають просторового прив'язування і характеризують просторові об'єкти без зазначення місця їх розміщення.

Необхідні графічні, геометричні та атрибутивні дані повинні призначатися елементам BIM-моделі виходячи з:

- цілей, завдань і необхідних результатів моделювання;
- стадії реалізації проекту;
- вимог до оформлення проектної та робочої документації;
- необхідних даних для підготовки технічної документації;

Детальніше розглянемо вимоги BIM-технології до складу кожної із наведених моделей та обсягів моделювання. Необхідний набір моделей визначається вимогами до проекту, тому до складу ЦМТЗ доцільно включати тільки ті моделі, застосування яких необхідно і виправдано у зведеній (інтегрованій) моделі.

Результатом топографо-геодезичних вишукувань є ТОПОПЛАН – інженерно-топографічний план, який рекомендується виконувати на базі даних лазерного сканування або іншими традиційними методами. Однак лазерне сканування на сьогодні є найбільш прогресивним методом проведення топографо-геодезичних вишукувань, що дозволяє отримувати високоточну 3D-модель місцевості. При формуванні топографічного плану необхідно використовувати

векторну топологічну модель просторових даних. Результатом обробки даних топографо-геодезичних вишукувань повинна бути ЦМР та ЦМС.

ЦМР являє собою існуючий рельєф у вигляді об'єкта триангуляційної (переважно TIN) поверхні або у вигляді сукупності 3D-граней.

ЦМС являє собою сукупність об'єктів у вигляді об'єктів існуючої забудови і природного оточення, що характеризують територію. У разі якщо в ЦМС є штучні споруди, то їх можна виділити в ЦМШС в складі ЦМС. Всі ситуаційні об'єкти (за геометрією – точкові, лінійні і полігональні) повинні мати координатну і висотну прив'язку. А всі елементи топографічного плану повинні мати координати X, Y, Z (Н). ЦМС будується на геоїдоснові ЦМР. На рис. 2 представлені поєднані цифрові моделі рельєфу (у вигляді 3D-поверхні) та ситуації (з проїздами та зеленими насадженнями).

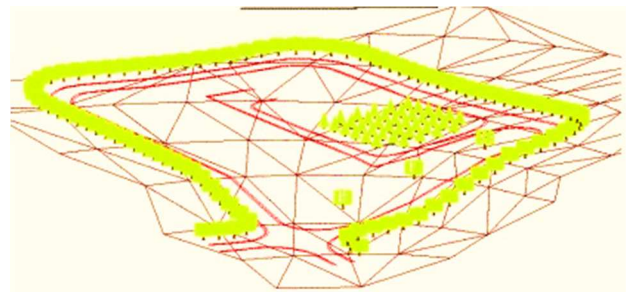


Рисунок 2 – Цифрові моделі рельєфу та ситуації

Для ЦМЗ основним джерелом даних є кадастрові дані про власників ділянок території планування і інші ГІС-дані (1). Вихідними даними для моделі земельних ділянок можуть бути: 2D-креслення DWG, виписки з Державного кадастру нерухомості (ДРН) у форматі PDF, що містять каталоги координат меж земельних ділянок, виписки ДРН у форматі XML, файли у форматі MID / MIF, підключення Публічної кадастрової карти по протоколу WMS (web map service). ЦМЗ повинна містити контури земельних ділянок у вигляді 2D-полігонів. Якщо система координат проекту не збігається із системою координат точок меж земельних ділянок (МСК), то координати земельних ділянок повинні бути перераховані в систему координат проекту.

ЦМК (рис. 3) повинна включати 3D-об'єкти підземних, наземних і надземних комунікацій, мати координатну і висотні прив'язки. Різні типи комунікацій повинні групуватися за відповідними шарами, наприклад:

- ЛЕП;
- опори ЛЕП;
- газопровід;
- кабель телефонного зв'язку;
- колодязі комунікацій;
- оптоволоконний кабель тощо.

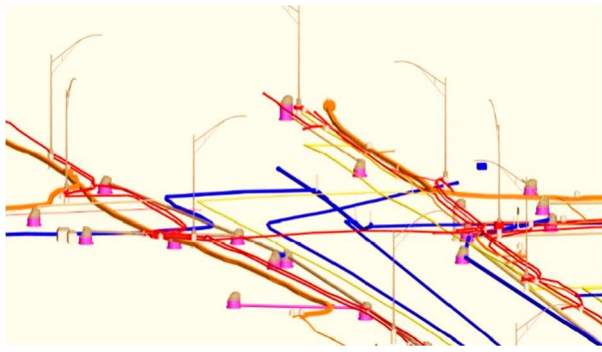


Рисунок 3 – Цифрова модель комунікації

ЦМГ являє собою сукупність триангуляційних моделей (поверхонь), що відображають покрівлю і підшву геологічних ґрунтів (шарів). Основою для їх побудови є схеми свердловин і геологічні розрізи. Інформація про геологічні ґрунтові шари повинна мати висотні, координатні прив'язки і всю необхідну інформацію для їх тривимірного представлення.

Результати геологічних вишукувань (вихідні дані для побудови ЦМГ) повинні містити в тому числі:

- план розташування гірничих виробок із зазначенням номера;
- результати камеральної обробки геологічних вишукувань у вигляді геологічних розрізів;
- колонки свердловин із зазначенням номера свердловин, номером інженерно-геологічних елементів, абсолютних відміток і потужності геологічних шарів;
- таблиці нормативних і розрахункових значень характеристик ґрунтів.

ЦМГМ є допоміжною з точки зору створення зведеної моделі. Інженерно-гідрометеорологічні вишукування здійснюють з метою комплексного

вивчення природних умов навколишньої території та локальних умов проектного об'єкта, визначення розрахункових гідрометеорологічних (кліматичних і гідрологічних) характеристик, складання прогнозу зміни гідрометеорологічних умов – у обсягах, необхідних для вибору майданчика будівництва та прийняття проектних рішень. При визначенні складу цих видів вишукувань необхідно враховувати регіональний характер поширення небезпечних явищ і процесів.

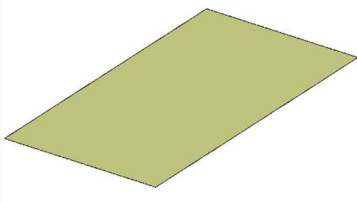
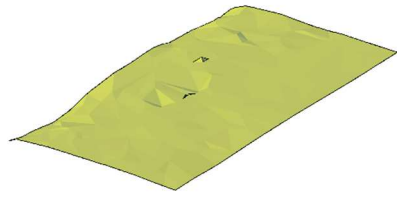
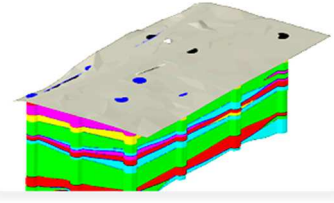
ЦМЕ також є допоміжною з точки зору створення зведеної моделі.

Матеріали інженерно-екологічних вишукувань виконуються з урахуванням їх подальшого використання в інформаційній моделі майбутнього побудованого об'єкта, обсяг моделювання та необхідність визначається командою проекту.

Вимоги до ЦМТБ повинні описувати рівні опрацювання елементів або груп елементів (існуючий рельєф, штучні споруди, система водовідведення, комунікації тощо). Чітке визначення рівнів опрацювання дозволяє дотримуватися певного рівня деталізації, обсягу інформації за елементами та відповідати певним вимогам. Необхідні рівні опрацювання зручно формалізувати і узгоджувати в табличному вигляді, де по кожній категорії елементів окремого розділу вказані певні геометричні та атрибутивні властивості, необхідні для розробки зведеної моделі. В табл. 1 – 3 наведені приклади такої формалізації наявних властивостей елементів за трьома рівнями:

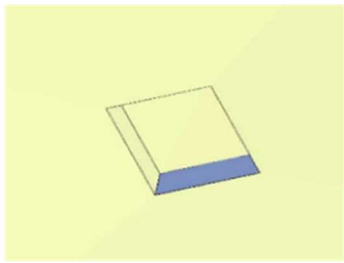
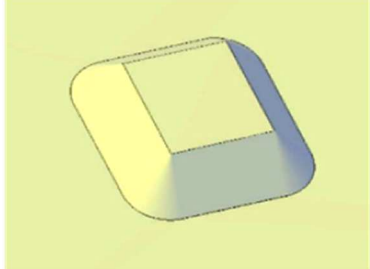
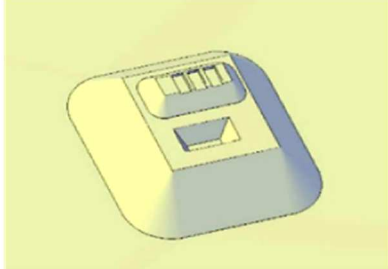
- для моделювання існуючого рельєфу;
- для моделювання проектного рельєфу з укосом;
- для моделювання виїмки ґрунту під фундаменти.

Таблиця 1 – Існуючий рельєф

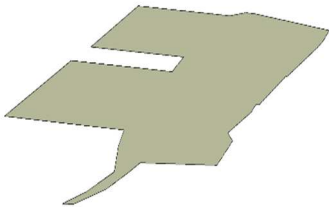
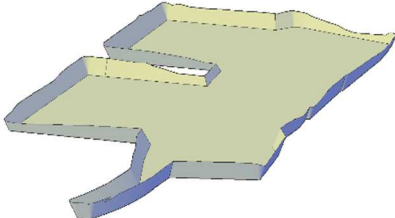
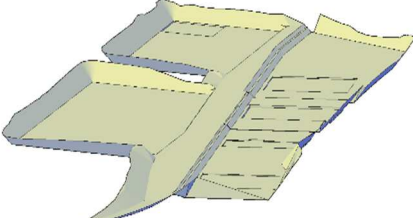
Перший рівень деталізації	Другий рівень деталізації	Третій рівень деталізації
1	2	3
		
Опис: Відображається як 2D- чи 3D-площина з приблизними усередненими висотними відмітками території під забудову. Поверхня вимагає додаткового редагування	Опис: Відображається як 3D-поверхня. Зформована за даними ДЗЗ, точками, структурними лініями, горизонталям тощо. Відображені всі складні елементи рельєфу. Поверхня не вимагає додаткового редагування	Опис: Відображається набір 3D-поверхонь. Представлені всі природні та штучні елементи рельєфу та шари геологічних поверхонь ґрунту. Поверхні не вимагають додаткового редагування

1	2	3
Тип об'єкта: 2D/3D-поверхня	Тип об'єкта: 3D-поверхня	Тип об'єкта: 3D-поверхні
Властивості: Усереднена відмітка поверхні	Властивості: Існуючі (чорні) відмітки поверхні	Властивості: Геодезичні та геологічні відмітки поверхонь, об'єми між поверхнями
Застосування: Стадія передпроекта	Застосування: Стадія Проект, Стадія Робоча документація	Застосування: ПОБ, ППР Стадія Будівництво

Таблиця 2 – Проектний рельєф з укосом

Перший рівень деталізації	Другий рівень деталізації	Третій рівень деталізації
		
Опис: Територія під забудову представлена як 2D/3D - площина з приблизними, усередненими відмітками виїмки	Опис: Проектний рельєф представлений як 3D –поверхня без складних елементів рельєфу, яка може пов'язуватись з існуючим рельєфом укосом або підпірною стінкою	Опис: Запроектована територія під забудову представлена як детальна 3D-поверхня зі складними елементами проектного рельєфу, має вихід на існуючий рельєф
Тип об'єкта: 2D/3D-поверхня	Тип об'єкта: 3D-поверхня, структурні лінії укосу	Тип об'єкта: 3D-поверхні, структурні лінії укосів та підпірних стінок
Властивості: Усереднена відмітка проектного рельєфу, попередні об'єми земляних робіт	Властивості: Червоні відмітки проектного рельєфу, значення ухилів та об'ємів потребують уточнення	Властивості: Червоні відмітки проектного рельєфу, точні значення ухилів та об'ємів
Застосування: Стадія передпроекта	Застосування: Стадія Проект, Стадія Робоча документація	Застосування: ПОБ, ППР Стадія Будівництво

Таблиця 3 – Виїмка ґрунту під фундаменти

Перший рівень деталізації	Другий рівень деталізації	Третій рівень деталізації
		
Опис: Виїмка без фундаментів. Представлена як 2D-поверхня (площина) з приблизними, з усередненими відмітками дна котловану	Опис: Виїмка без фундаментів. Представлена як 3D-поверхня з виходом на існуючу поверхню, у вигляді вертикальних стін або довільних ухилів	Опис: Детальна 3D-виїмка під фундаменти та коректними виходами на проектну поверхню. Фундаменти мають укоси у вигляді вертикальних стін

1	2	3
Тип об'єкта: 2D/3D-поверхня	Тип об'єкта: 3D-поверхні, структурні лінії укосів	Тип об'єкта: 3D-поверхні, структурні лінії укосів та фундаментів
Властивості: Усереднена відмітка виїмки	Властивості: Відмітки виїмки, укосів, приблизні об'єми укосів ґрунту	Властивості: Відмітки виїмки, укосів, точні об'єми укосів та котловану
Застосування: Стадія передпроекта	Застосування: Стадія Проект Стадія Робоча документація	Застосування: ПОБ, ППР Стадія Будівництво

### Висновки

Інформаційна цифрова модель території під забудову – це відкрита багатопланова модель, яка в залежності від призначення може бути представлена поєднанням декількох цифрових моделей: рельєфу, ситуаційних особливостей, ґрунтових, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, гідрометеорологічних умов, техніко-економічних показників та інших характеристик місцевості за необхідності. Результат створення ЦМТЗ у програмному середовищі показано на рис. 4.

Такий підхід істотно скорочує витрати на отримання вихідної інформації про характеристики досліджуваної території. Просторові дані, які вперше одержані під час проведення інженерно-вишукувальних робіт, заносяться у середовище загальних даних один раз, а використовуються вони згодом багаторазово. Застосування підходів BIM

технології виводить на новий технологічний рівень моделювання території під забудову, що дозволяє підвищити якість, обґрунтованість та ефективність прийнятих рішень.

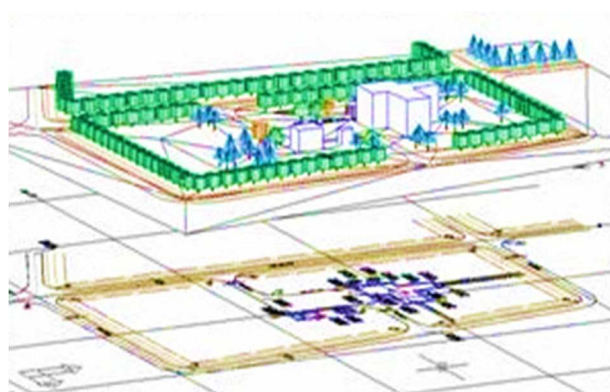


Рисунок 4 – Цифрова модель території під забудову на основі BIM-технології

### Список літератури

1. Motta E. Parametric Design Problem Solving / E. Motta, Z. Zdrahal // Presented at the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop, Banff Canada, November, 1996.
2. HAHN, H. & CROSS, D. (2014), Linking GIS-based modelling of stormwater best management practices to 3D visualization. In: DLA 2014. – P. 647-658.
3. AHMAD, A. M. & ALIYU, A. A. (2012), The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture. DLA 2012.
4. The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State; [http://bim.psu.edu/Uses/the\\_uses\\_of\\_bim.pdf](http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf)
5. BIM Manual Civil Works and Infrastructure, MT Højgaard, December 2016 <http://mth.com/Knowledge/CAD-BIM-manuals>
6. Vitalii Zatserkovnyi, Nataliia Oberemok, Polina Berezina. Geoportal as a means to popularize geological heritage of Ukraine <http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/12/2017/07.pdf>
7. Євтушенко М.Г., Гуревич Л.В., Шафран В.Л. Інженерна підготовка території населених місць. [Текст]- М.: Стройиздат, 1982. – 267 с.
8. Гайна Г.А. Вибір території під багатоквартирний будинок з позиції системологічного підходу [Текст] / Г.А.Гайна, А.В. Ерукаєв, Т.А. Гончаренко // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №27. – С. 106 – 111.
9. Гайна Г.А. Нечіткий стратегічний підхід до вибору найвпливовіших факторів в житловому будівництві [Текст] / Г.А.Гайна, Т.А. Гончаренко, А.В. Ерукаєв // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №25. – С. 96 – 102.
10. Гончаренко Т.А. Застосування технології штучних нейронних мереж для моделювання рельєфу будівельного майданчика [Текст] / Т.А.Гончаренко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 155 – 159
11. Гончаренко, Т.А. Аналіз та постановка задачі моделювання поверхні території під забудову [Текст] / Т.А. Гончаренко, І.А. Пороховніченко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 31. – С. 138 – 144.

12. Інженерна підготовка територій, що забудовуються [Текст]/ Під ред. В.Ю. Моїсєєва. – К.: Будівельник, 1974. – 276 с.
13. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие. Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 174 с.
14. Моїсєєв В.Ю., Пінчук В.Я. Проектування рельєфу території, що забудовується [Текст]. – Київ: Будівельник, 1977. – 148 с.
15. Ievleva O.T., Mamchits N.A. Modelling of the composition of the town building / The 6-ih Conference and exhibition on computer graphics and visualization. Graphicon'96, Jily 1-5,2010 не6, Saint-Petersburg, Russia. Research Papers works-shops.3.
16. Keppel E. Approximation Complex Surfaces bei Triangulatjon of Contours Lines II Jornal of research and development, v. 15. – 1975. – №1.
17. Осітнянко А.П. Автоматизація вибору проектних рішень забудови та містобудівної оцінки схилових територій. [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.12 / Осітнянко Андрій Петрович. – К., КІБІ, 1987. – 192 с.
18. BIM-СТАНДАРТ. ИНФРАСТРУКТУРА. Версия 2.0 <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-civil-3d/learn-explore/caas/simplecontent/content/bim.html>

Стаття надійшла до редколегії 06.11.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Михайленко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

**Гончаренко Татьяна Андреевна**

Старший преподаватель кафедры информационных технологий, [orcid.org/0000-0003-2577-6916](https://orcid.org/0000-0003-2577-6916)  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

#### ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТЕРРИТОРИИ ПОД ЗАСТРОЙКУ

**Аннотация.** Информационное моделирование (BIM-технология) для пространственно-распределенных объектов имеет более короткую историю своего применения, чем для пространственно-локализованных (вертикальных) объектов. Это связано с тем, что для организации высотно-планировочного решения строительной площадки задействовано большое количество технологически разнородных специализаций. При этом существующее программное обеспечение не позволяет создать единое информационное пространство для качественного моделирования территории под застройку и не имеет универсального формата передачи данных. На данный момент эти проблемы решены лишь частично, но опыт применения BIM для зданий показывает, что существующие программные и технологические ограничения можно обойти путем правильной организации процесса моделирования с учетом современных возможностей информационных систем. BIM-технология выводит моделирование территории под застройку на новый технологический уровень, позволяющий повысить качество, обоснованность и эффективность принятия проектных решений. Нужен новый подход в работе с пространственно-распределенными данными с целью поддержки процесса создания и передачи информации в цифровом виде, а также ее повторного многократного использования на различных этапах жизненного цикла строительной территории.

**Ключевые слова:** BIM-технология; территория под застройку; среда общих данных; ЦММ; ЦМР; ЦМС; 3D-поверхность; геоинформационная модель

**Honcharenko Tetyana**

Senior Lecturer, Department of Information Technology, [orcid.org/0000-0003-2577-6916](https://orcid.org/0000-0003-2577-6916)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

#### BIM-TECHNOLOGY FOR CREATION THE CONSTRUCTION SITE INFORMATION MODEL

**Abstract.** Information modeling (BIM-technology) for spatially-distributed objects has a shorter history of its application than for spatially-localized (vertical) objects. This is due to the fact that a large number of technologically diverse specializations are involved in organizing a high-altitude planning solution for a construction site. At the same time, existing software does not allow creating a single information space for qualitative modeling of the territory for building up and does not have a universal data transmission format. At the moment, these problems are solved only partially, but the experience of using BIM for buildings shows that the existing software and technology limitations can be bypassed through the proper organization of the modeling process, taking into account the modern capabilities of information systems. BIM-technology displays the modeling of the territory for building to a new technological level, which allows improving the quality, validity and effectiveness of making design decisions. We need a new approach in working with spatially distributed data to support the process of creating and transmitting information in digital form, as well as its repeated reuse at various stages of the life cycle of the construction site.

**Keywords:** BIM-technology; territory for building; common data environment; DTM; DEM; CMS; 3D-surface; geoinformation model

## References

1. Motta, E. (1996). *Parametric Design Problem Solving* / E. Motta, Z. Zdrahal // Presented at the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop, Banff Canada, November, 1996.
2. HAHN, H. & CROSS, D. (2014). *Linking GIS-based modelling of stormwater best management practices to 3D visualization*. In: DLA, 647-658.
3. AHMAD, A.M. & ALIYU, A.A. (2012). *The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture*. DLA.
4. *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*; [http://bim.psu.edu/Uses/the\\_uses\\_of\\_bim.pdf](http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf)
5. *BIM Manual Civil Works and Infrastructure*, MT Højgaard, December 2016 <http://mth.com/Knowledge/CAD-BIM-manuals>
6. Vitalii Zatserkovnyi, Nataliia Oberemok, Polina Berezina. *Geoportal as a means to popularize geological heritage of Ukraine* <http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/12/2017/07.pdf>
7. Evtushenko, M.G., Gurevich, L.V., Shafran, V.L. (1982). *Engineering training of the territory of populated areas*. [Text]. Moscow, Russia: Stroyizdat, 267.
8. Haina, H.A., Yerukaiev, A.V. & Honcharenko, T.A. (2016). *The choice of site for an apartment building from a position of systemological approach*. *Management of Development of Complex Systems*, 27, 106–111. [in Ukrainian].
9. Haina, H.A., Honcharenko, T.A. & Yerukaiev, A.V. (2016). *Fuzzy strategic approach of selecting the most influential factors in residential construction*. *Management of Development of Complex Systems*, 25, 96–102.
10. Honcharenko, T.A. (2017). *Application technology of artificial neural networks for modeling land relief of construction site*. *Management of Development of Complex Systems*, 29, 116–120.
11. Honcharenko, Tetyana & Porokhovnichenko, Iry`na, (2017). *Analysis and resolution of the surface modeling task for construction territory*. *Management of Development of Complex Systems*, 31, 138–144.
12. *Engineering training of built-up areas* [Text]. (1974). Ed. by V.Yu. Moiseyev. Kyiv: Builder, 276.
13. Khromiy, V.V., Khromiy, O.V. (2007). *Digital relief models: Tutorial*. Tomsk: Publishing house "TML-Press", 174.
14. Moiseev, V.Yu. Pinchuk, V.Ya. (1977). *Designing the relief of the developing land*. Kyiv: Builder, 148.
15. Ievleva, O.T., Mamchits, N.A. (1996). *Modeling of the composition of the city building*. *The 6th Conference and Exhibition on Computer Graphics and Visualization. Graphicon'96, Jily 1-5.1996, Saint-Petersburg, Russia. Research Papers works-shops.3*.
16. Keppel, E. (1975). *Approximation Complex Surfaces and Triangulation of Contours Lines II*. *Jornal of research and development*, 15, 1.
17. Ositnyanko, A.P. (1987). *Automation of choice of design solutions for construction and urban planning of sloping territories*. [Text]: author's abstract. dis Cand. tech Sciences: 05.13.12 / Ositnyanko Andrey Petrovich; KISI: Kyiv, 192.
18. *BIM-STANDARD. INFRASTRUCTURE. Version 2.0* <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-civil-3d/learn-explore/caas/simplecontent/content/bim.html>

## Посилання на публікацію

- APA Honcharenko, Tetyana. (2018). *The use of BIM-technology to create an information model territories for development*. *Management of Development of Complex Systems*, 33, 131 – 138.
- ДСТУ Гончаренко, Т.А. *Застосування ВІМ-технології для створення цифрової моделі території під забудову* [Текст] / Т.А. Гончаренко // *Управління розвитком складних систем*. – 2018. – № 33. – С. 131 – 138.