

DOI: 10.32347/2412-9933.2020.41.61-67

УДК УДК 004:728+827

Гончаренко Тетяна Андріївна

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0003-2577-6916
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Міхайленко Віктор Мефодійович

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики, orcid.org/0000-0002-9573-9873

Київський національний університет строительства и архитектуры, Киев

МЕТОД БАГАТОАСПЕКТНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ДЛЯ ВЕРИФІКАЦІЇ БАГАТОВИМІРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ

Анотація. Впровадження цифрових технологій в будівельній галузі вимагає перегляду підходів до інформаційного моделювання і планування території під забудову (ТПЗ). Необхідність інновацій до процесу генерального планування ТПЗ шляхом переходу від тривимірної моделі до об'єктно-орієнтованої багатовимірної інформаційної моделі спричиняє застосування нових інформаційних технологій у будівельному виробництві і у сфері контролю якості проектної документації. В дослідженні визначено доцільність застосування методу багатоаспектної фасетної класифікації для здійснення верифікації інформаційної моделі ТПЗ та об'єктів генерального планування (ГП) на кожному етапі життєвого циклу (ЖЦ) об'єкта будівництва. Розглянуто п'ять етапів розроблення BIM моделі ТПЗ та виявлено вхідні і вихідні дані моделей об'єктів ГП для кожного етапу ЖЦ: концепція, проєкт, будівництво, експлуатація та реконструкція. Для класифікації верифікації інформаційних моделей об'єктів ГП визначено п'ять ознак, на підставі яких були сформовані відповідні фасети. Доведено, що наявність інструменту верифікації BIM-моделі ТПЗ на етапі будівництва для замовника є потужним інструментом управління, який допоможе вирішувати колізії і знаходити рішення, що впливають на подальший хід будівництва та його успішне завершення, а для майбутнього споживача будівельної продукції на етапі експлуатації стане запорукою безпеки побудованого об'єкта.

Ключові слова: об'єкт генерального планування; інформаційне моделювання в будівництві; верифікація інформаційної моделі; життєвий цикл ТПЗ; автоматизована перевірка інформаційної моделі; N-D модель

Актуальність та аналіз проблеми

Необхідність автоматизованої перевірки BIM-моделей для пошуку помилок і колізій, а також для приведення їх у відповідність до будівельних правил і норм виникла одночасно із застосуванням технології інформаційного моделювання. Однак більшість досліджень щодо цієї теми стосувалися моделей, розроблених на етапі проектування життєвого циклу об'єкта будівництва. Авторами наукових робіт [1 – 5] встановлено, що для виконання автоматизованої верифікації проектної документації генерального планування території, яка відведена для будівництва, необхідно її подання у вигляді інформаційної моделі. Однак кожна програма інформаційного моделювання має свій пріоритетний формат зберігання даних про об'єкт проектування. Найбільш перспективним рішенням є використання відкритих стандартів обміну даними інформаційних моделей, яким на сьогодні є формат IFC. Зараз в Україні відсутня власна система верифікації

інформаційних моделей об'єктів будівництва. Створення універсальної автоматизованої системи перевірки таких моделей, що застосовуються протягом життєвого циклу об'єкта будівництва, є водночас і актуальним і проблематичним завданням.

Інформаційне моделювання території під забудову (ТПЗ) потребує нового підходу до організації процесів розташування об'єктів генерального планування (ГП) та їх використання для подальшої експлуатації як об'єктів будівництва. Для вдосконалення верифікаційних процесів BIM-модель ТПЗ доцільно створювати на основі багатовимірних моделей даних; про такий підхід описано автором у статті [6].

Склад BIM-моделей на кожному етапі життєвого циклу ГП відрізняється кількістю і якістю інформації. Перехід від одного етапу життєвого циклу (ЖЦ) до іншого може супроводжуватися втратою деяких даних або некоректним використанням наявної інформації. Крім того, у процесі роботи в моделях кожного наступного етапу

можуть з'явитися відхилення від параметрів попередньої моделі. Застосування систем моніторингу і управління в BIM-моделях на кожному етапі ЖЦ об'єктів ГП підвищить ефективність управління будівельними процесами і допоможе виявити відхилення від встановлених параметрів, тим самим дозволяючи своєчасно виконувати необхідні дії. Тому актуальним і необхідним є розроблення нової методології верифікації якості інформаційної моделі ТПЗ, від застосування якої безпосередньо залежить ефективність розвитку технології інформаційного моделювання в будівництві в цілому [7].

Мета статті

Метою дослідження є розроблення структури правил верифікації багатовимірних моделей об'єктів генерального планування на відповідність нормативно-технічної документації залежно від типу, а також на відповідність вимогам до інформаційної моделі ТПЗ на кожному етапі життєвого циклу. Для досягнення мети як інструмент дослідження пропонується використати метод багатоаспектної фасетної класифікації.

Виклад основного матеріалу

У статті [8] було визначено кількість і типи стандартів для перевірок інформаційної моделі на відповідність нормативно-технічній документації (НТД). Кожен зі стандартів має свою сферу застосування. Доцільно виокремити дві принципові групи стандартів НТД:

- загальні, які застосовуються до всіх об'єктів будівництва;
- спеціалізовані, які належать до певного типу об'єкта капітального будівництва.

Таким чином, система верифікації насамперед має перевірити інформаційну модель на групу загальних стандартів, а вже потім виконати перевірки на ті НТД, вимоги яких поширюються на даний тип об'єкта, тобто на спеціалізовані НТД.

Для визначення переліку вимог до змісту, функціоналу і правильності побудови інформаційної моделі залежно від стадії ЖЦ необхідно звернутися до міжнародних стандартів, що регламентують сферу інформаційного моделювання. Як і сам об'єкт будівництва, його інформаційна модель трансформується протягом етапів ЖЦ [8 – 10].

Для реалізації інтегрованого підходу до управління інформацією та моделювання просторових об'єктів генерального планування (ПОГП) на території під забудову (ТПЗ) пропонується така загальна схема BIM-моделей на етапах ЖЦ ТПЗ, яка представлена на рис. 1. Це означає, що набір вимог до кожного етапу ЖЦ BIM-моделі ТПЗ буде змінюватися відповідним чином.

Згідно міжнародного стандарту «Інформаційне моделювання в будівництві» [6] залежно від стадії ЖЦ можна виокремити п'ять етапів розроблення інформаційної моделі ТПЗ:

1. Концептуальна – PRE-BIM модель;
2. Проектна – D-BIM модель;
3. Будівельна – C-BIM модель;
4. Експлуатаційна – E-BIM модель;
5. Реноваційна – RE-BIM модель.

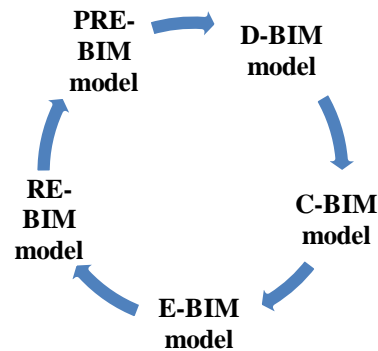


Рисунок 1 – BIM-моделі на етапах життєвого циклу ТПЗ

Будівельна C-BIM модель є проектною D-BIM моделлю з новими атрибутами, а експлуатаційна E-BIM модель формується шляхом виключення з будівельної C-BIM моделі тих даних, що належить виключно до етапу виробництва будівельних робіт. Отже, логічно припустити, що перед переходом інформаційної моделі на наступний етап ЖЦ необхідно виконувати верифікацію на відповідність її даній стадії за алгоритмом, розробка якого запропонована автором в роботі [7].

Перевірити адекватність інформаційної моделі ТПЗ можна зіставивши результати, отримані в ході моделювання, з реальними даними (наприклад, на основі об'єктів-аналогів).

Після розроблення BIM-моделі ТПЗ доцільно дослідити її поведінку при різних комбінаціях факторів впливу. Для цього необхідно з'ясувати, які і скільки комбінацій факторів потрібно взяти, щоб вирішити поставлене завдання. В реальних умовах на кожен момент часу може припадати безліч чинників. Вилучення неприпустимих і малоймовірних комбінацій факторів скорочує трудомісткість і час перевірки моделі, але іноді воно необхідне, щоб наблизити модель до реальних умов. Якщо не врахувати важливі комбінації факторів впливу, то є ризик отримати недостовірну інформаційну модель ТПЗ і не розв'язати поставлену задачу генерального планування. Чим більше факторів враховується, тим менше точність оцінки впливу кожного з них. Ідеальна модель ТПЗ на стадії будівництва – це компроміс, при якому невеликою кількістю факторів вдається пояснити більшу частину змін в об'єкті будівництва. Фактори впливу можуть бути зовнішніми і внутрішніми, це параметри стану ТПЗ і її складових об'єктів ГП, а також взаємозв'язок між цими параметрами.

У таблиці надані вхідні і вихідні дані за типами моделей ПОГП на кожному етапі ЖЦ ТПЗ.

Таблиця

Етап ЖЦ ТПЗ	BIM модель ТПЗ	Вхідні дані	Типи моделей об'єктів на етапі ЖЦ	Вихідні дані (результат)
1. Концепція	PRE-BIM модель	Ідея, концепція, ТУ	3D (або 2D)-модель	ТЗ на проєктування
2. Проєкт	D-BIM модель	ТЗ на проєктування, ДБН	4D (або 5D)-модель	Висновок експертизи проєкту
3. Будівництво	C-BIM модель	4D (або 5D) модель, затверджена експертизою	Багатомивірна інформаційна модель N-D-модель	Введення в експлуатацію об'єкта будівництва
4. Експлуатація	E-BIM модель	Багатомивірна інформаційна модель	Розширена багатомивірна інформаційна модель N-D-модель +	Звіти з моніторингу
5. Реновація/ реконструкція/ рекомпозиція	RE-BIM модель	Розширена багатомивірна інформаційна модель	Реноваційна багатомивірна інформаційна модель N-D-модель ++	Введення в експлуатацію після реновації

На кожній стадії життєвого циклу ТПЗ вирішуються різні BIM завдання. Це визначає істотні відмінності у вимогах до структури та наповнення використовуваних інформаційних моделей об'єктів ГП.

2D-модель – це плоскі креслення і дані, представлені в текстовій і числовій формі;

3D-модель – це тривимірні креслення у графічному вигляді;

4D-модель – це тривимірна модель з урахуванням даних щодо термінів будівництва з прив'язкою до календарного графіку;

5D-модель – це тривимірна модель з урахуванням даних щодо вартості і термінів будівництва з прив'язкою до календарного графіку;

N-D-модель – це багатомивірна модель, що враховує оперативні дії на будівельному майданчику в кожен момент часу;

N-D-модель + – це багатомивірна модель з урахуванням даних за результатами моніторингу

роботи та обстеження об'єкта будівництва для подальшої перебудови;

N-D-модель ++ – це експлуатаційна багатомивірна модель з урахуванням даних за проєктом і фактом виконання робіт з модернізації ТПЗ (реконструкції / реновації / рекомпозиції).

Для представлення структури перевірок інформаційних моделей ПОГП пропонується відповідна класифікація, а як інструмент дослідження пропонується використати метод багатоаспектної фасетної класифікації. Перевагою такого методу є його гнучкість, яка обумовлена тим, що зміни в одному з фасетів не роблять істотного впливу на інші фасети, а також мають можливість розширити структуру класифікації додаванням нових фасетів.

Для класифікації верифікації інформаційних моделей ПОГП було визначено п'ять ознак, на підставі яких були сформовані відповідні фасети, які представлені на рис. 2.

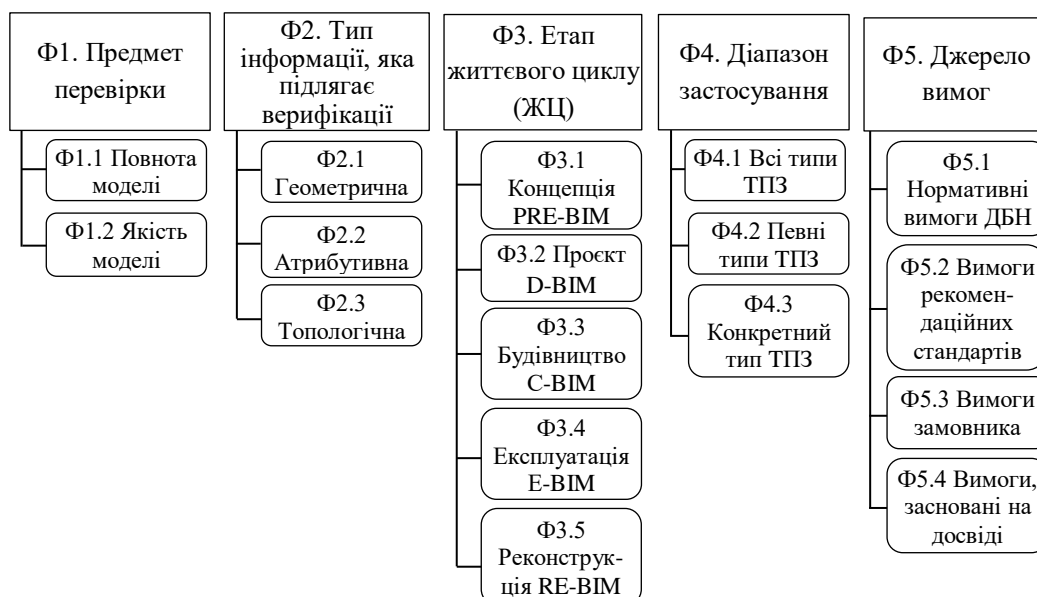


Рисунок 2 – Фасети (аспекти) верифікації інформаційних моделей об'єктів ГП

Розглянемо кожну із фасетів, наданих на рис. 2, більш докладно.

Фасет «Предмет перевірки» (Ф1)

Ф1.1. Повнота моделі. Під повнотою інформаційної моделі ТПЗ розуміється наявність в ній певних моделей ПОГП, їх властивостей і наповненість останніх. Модель має забезпечувати можливість виконання перевірки всього обсягу передбачених для неї вимог, містити всі елементи і атрибути, зазначені в правилах перевірки. Цей тип перевірки також часто називають перевіркою на верифікаційний мінімум. Крім того, модель має бути повною з точки зору вимог до складу проектної документації.

Ф1.2. Якість моделі. Під якістю інформаційної моделі ТПЗ розуміється відповідність представлених в ній фактичних значень атрибутів і відносин між елементами, формальним визначенням у вимогах.

Фасет «Джерело вимог» (Ф2)

Ф2.1. Вимоги нормативних документів. Такі вимоги формуються на підставі офіційно затверджених стандартів та ДБН. З огляду на особливості системи стандартизації України, можна виокремити такі групи перевірок цього виду:

- перевірка на відповідність національним стандартам, у тому числі введенням як національних міждержавних, регіональних і міжнародних стандартів;
- перевірка на відповідність склепіння правил з проектування та будівництва;
- перевірка на відповідність спеціальними технічними умовами на проектування і будівництво (ТУ).

Ф2.2. Вимоги, засновані на практиці з генерального планування ТПЗ. У процесі діяльності проектною або будівельною організацією на підставі її практичного досвіду можуть з'являтися рекомендації з проектування і планування ТПЗ, які надалі можуть визначати вимоги до інформаційних моделей об'єктів генерального планування.

Ф2.3. Вимоги замовника. Замовник може висунути власні додаткові вимоги до конкретного реалізованого проекту. Природно, що вимоги, отримані на основі досвіду організації, і вимоги, визначені замовником, не повинні суперечити нормативній документації.

Ф2.4. Вимоги на базі рекомендаційних стандартів. За останні роки з'явилася значна кількість рекомендаційних вимог, більшою мірою пов'язаних з впливом будівельного об'єкта на навколишнє середовище.

Безсумнівно, верифікація моделі на відповідність обов'язкових до дотримання нормативних документів є першочерговим

завданням, але незабаром цей підхід буде актуальним і у сфері «зелених» та інших стандартів.

Фасет «Діапазон застосування» (Ф3)

Діапазон застосування визначається джерелом вимог. Так, для того щоб встановити, на які об'єкти ГП поширюється дія вимог нормативного документа, необхідно проаналізувати його сферу застосування. У даному розділі стандарту вказується, чи може він застосовуватися до всіх об'єктів ГП або можуть бути встановлені обмеження застосування. Своєю чергою рекомендації, розроблені на основі досвіду проектування і планування, так само можуть стосуватися або всіх об'єктів ГП, або якогось певного типу об'єкта (наприклад, школи, лікарні, торговельного центру або парку культури), якщо організація спеціалізується на їх проектуванні або будівництві. Правила для конкретного проекту ГП ТПЗ як правило пов'язані з ергономічним компонуванням і особливостями розташування об'єкта будівництва і встановлюються замовником або проектною організацією.

Фасет «Тип інформації, яка перевіряється» (Ф4)

Ф4.1. Геометрична інформація. До верифікації геометричної інформації належать перевірки на достовірність метричної інформації, яка характеризує розташування об'єкта ГП на ТПЗ згідно просторової прив'язки, а також вимоги нормативних документів, що пов'язані з оцінкою розмірів, площ, об'ємів.

Ф4.2. Атрибутивна інформація. Перевірки підлягають якісні або кількісні характеристики об'єкта ГП, що не мають відношення до геометричних параметрів.

Ф4.3. Топологічна інформація. Необхідність перевірки щодо колізії та нестиківки між об'єктами ГП, яка обумовлена необхідністю дотримання вимог і нормативів щодо їх взаємного розташування на ТПЗ.

Фасет «Етап життєвого циклу» (Ф5)

Як і сам об'єкт ГП, інформаційна модель трансформується, переходячи з одного етапу життєвого циклу в інший. Вимоги до експлуатаційної моделі об'єктів завершеного будівництва має визначитися організацією-власником об'єкта або експлуатуючою організацією, виходячи з її вимог до інформації.

Отже, фасетна класифікація – це сукупність декількох незалежних класифікацій, що здійснюються одночасно за різними ознакам, в якій поняття представлені у вигляді перетину ряду аспектів (фасет). Класифікаційні індекси синтезуються шляхом поєднання фасетних ознак відповідно до фасетної формули:

$$Ks = (Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5).$$

Позиція представленої класифікації **Ks** формується шляхом отримання комбінації обраних значень з кожної фасети. Наприклад:

K1 = (якість моделі; вимоги нормативних документів; всі елементи ГП; геометрична; перевірки проєктних моделей)

Фасетною формулою позиція **K1** описується таким чином:

K1 = (Ф1.2; Ф2.1; Ф3.1; Ф4.1; Ф5.1).

Отже, в такому разі буде виконуватися перевірка відповідності параметрів моделі вимогам нормативних документів, які поширюються на всі об'єкти ГП. При цьому буде перевірятися геометрична інформація проєктної моделі об'єктів ГП. Першочерговим завданням верифікації інформаційних моделей, на думку автора, є перевірка на якість моделі відповідно до вимог нормативних документів, оскільки саме її результати можуть безпосередньо впливати на прийняття рішення про проходження експертизи проєктної документації, а також на безпеку побудованого об'єкта. Підходи, розроблені для такого типу верифікації, можуть поширюватися на інші типи перевірок з необхідною адаптацією. Оцінка повноти моделі також є обов'язковою як спосіб забезпечення можливості проведення основної перевірки інформаційної моделі.

Висновки

Наукова новизна дослідження полягає у запропонованому способі верифікації інформаційних моделей об'єктів генерального планування методом багатоаспектної фасетної класифікації. В результаті застосування такого підходу було сформовано п'ять фасет, що містять набори значень для кожного етапу ЖЦ ТПЗ. Найбільш важливою, з точки зору забезпечення якості проєктної документації, є верифікація на відповідність нормативним документам. Решта перевірок можуть бути реалізовані на базі підходів, розроблених для такого типу верифікації. Оцінка повноти моделі також є обов'язковою як спосіб забезпечення можливості проведення основної перевірки інформаційної моделі. Наявність інструменту верифікації моделі на етапі будівництва для замовника є потужним інструментом управління, який дасть змогу розв'язувати колізії і знаходити рішення, що впливають на подальший хід будівництва та його успішне завершення. Створюючи в часі накопичувальні BIM-моделі ТПЗ по ланцюжку, представленою на рис.1, формується опис процесу генерального планування як частини системи ЖЦ об'єкта будівництва і з'являється можливість аналізувати реальність майбутніх доробок, змін та множини необхідних витрат всіх видів ресурсів.

Список літератури

1. Cloake T., Siu K.L., Eng P. *Standardized Classification System To Assess the State and Condition of Infrastructure in Edmonton* // *INFRA*, 2002. URL: edmonton.ca/city_government/documents/InfraPlan/Infra%202002%20Report%20FINAL.pdf (date of access: 15.07.2019).
2. Giustolisi O., Simone A., Ridolfi L. *Classification of infrastructure networks by neighborhood degree distribution* // *arxiv.org* URL: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.07580.pdf (date of access: 18.07.2019).
3. *Subchapter 3: Occupancy and Construction Classification, NYC 1968 Code (Vol 1) | UpCodes // NYC Building Code, 2014* URL: up.codes/viewer/new_york_city/nyc-building-code-1968v1/chapter/3/occupancy-and-construction-classification#3 (date of access: 20.07.2019)
4. Eastman C., Lee J.-M., Jeong Y.-S., Lee J.-K. *Automatic rule-based checking of building designs* // *Automation in Construction*. 2009. №18. pp. 1011 – 1013.
5. Koo B., Shin B. *Applying novelty detection to identify model element to IFC class misclassifications on architectural and infrastructure Building Information Models* // *Journal of Computational Design and Engineering*. 2018. № 4 (5). pp. 391–400.
6. Volkov A., Chulkov V., Kazaryan R., Gazaryan R. *Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings*. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 584-586, pp. 2685-2688.
7. Wang X. *A review of cloud-based BIM technology in the construction sector* [Text] / Johnny Wong, Xiangyu Wang, Heng Li, Greg Chan, Haijiang Li // *Journal of Information Technology in Construction, ITcon Vol. 19*, 2014, pp. 281 – 291.
8. *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*; http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf
9. Петров К.С. *Проблеми внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии)* / К.С. Петров, В.А. Кузьмина, К.В. Федорова // *Инженерный вестник Дона*, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.
10. Гончаренко Т.А. *Застосування BIM-технології для створення інформаційної моделі території під забудову*. // *Управління розвитком складних систем*, № 33. – С. 138 – 145, 2018. [Видання включено до НБД: BASE; Index Copernicus].
11. Гончаренко Т.А. *Об'єктно-орієнтоване моделювання просторових об'єктів генерального планування*. // *Управління розвитком складних систем* № 38. – С. 64 – 70, 2019. [Видання включено до НБД: BASE; Index Copernicus].
12. Honcharenko T.A. *"Bim-technology for creation information model of the construction site"*, in *Management of the development of technologies: Fifth international scientific-practical conference*, Kyiv, 2018, p. 11.

13. Viktor Mihaylenko, Tetyana Honcharenko, Khrystyna Chupryna, Yurii Andrashko, Svitlana Budnik, *Modeling of Spatial Data on the Construction Site Based on Multidimensional Information Objects in 'International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)'*, ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-8 Issue-6, August 2019, Page No. 3934-3940. URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F9057088619.pdf>.

14. Oleksandr Terentyev, Svitlana Tsiutsiura, Tetyana Honcharenko, Tamara Lyashchenko, *Multidimensional Space Structure for Adaptable in 'International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)'*, ISSN: 2277-3878 (Online), Volume-8 Issue-3, September 2019, Page No. 7753-7758. URL: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C6318098319.pdf>.

15. Yuliia Riabchun, Tetyana Honcharenko, Victoria Honta, Khrystyna Chupryna, Olena Fedusenko, *Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness in 'International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)'*, ISSN: 2278-3075 (Online), Volume-8 Issue-11, September 2019, Page No. 4050-4058.

Стаття надійшла до редакції 10.03.2020

Гончаренко Татьяна Андреевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Михайленко Виктор Мефодиевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий проектирования и прикладной математики, orcid.org/0000-0002-9573-9873

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

МЕТОД МНОГОАСПЕКТНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Аннотация. Внедрение цифровых технологий в строительной отрасли требует пересмотра подходов к информационному моделированию и планированию территории под застройку (ТПЗ). Необходимость инноваций в процесс генерального планирования ТПЗ путем перехода от трехмерной модели к объектно-ориентированной многомерной информационной модели влечет за собой применение новых информационных технологий в строительном производстве и в сфере контроля качества проектной документации. В исследовании определена целесообразность применения метода многоаспектной фасетной классификации для осуществления верификации информационной модели ТПЗ и объектов генерального планирования (ГП) на каждом этапе жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства. Рассмотрены пять этапов разработки BIM модели ТПЗ и обнаружены входные и выходные данные моделей объектов ГП для каждого этапа ЖЦ: концепция, проект, строительство, эксплуатация и реконструкция. Для классификации верификации информационных моделей объектов ГП определены пять признаков, на основании которых были сформированы соответствующие фасеты. Доказано, что наличие инструмента верификации BIM-модели ТПЗ на этапе строительства для заказчика является мощным инструментом управления, который позволит решать коллизии и находить решения, влияющие на дальнейший ход строительства и его успешное завершение, а для будущего потребителя строительной продукции на этапе эксплуатации станет залогом безопасности построенного объекта.

Ключевые слова: объект генерального планирования; информационное моделирование в строительстве; верификация информационной модели; жизненный цикл ТПЗ; автоматизированная проверка информационной модели; N-D модель

Honcharenko Tetyana

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Mihaylenko Victor

DSc, Professor, Head of the Department of Information Technologies of Design and Applied Mathematics, orcid.org/0000-0002-9573-9873

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

MULTI-ASPECT CLASSIFICATION METHOD FOR VERIFICATION OF MULTIDIMENSIONAL INFORMATION MODELS OF OBJECTS OF GENERAL PLANNING

Abstract. The introduction of digital technologies in the construction industry requires a revision of approaches to information modeling and planning of development areas (TPZ). The need for innovation in the process of general planning of the technical and vocational education by moving from a three-dimensional model to an object-oriented multidimensional information model entails the use of new information technologies in the construction industry and in the field of quality control of project documentation. The study determines the appropriateness of applying the multi-faceted facet classification method to verify

the information model of the TPZ and general planning objects (GP) at each stage of the life cycle (LC) of the construction object. Five stages of the development of the BIM model of the TPZ are considered and the input and output data of the models of GP objects for each stage of the LC are found – concept, design, construction, operation and reconstruction. To classify the verification of information models of GP objects, five features were identified, on the basis of which the corresponding facets were formed. It is proved that the availability of the verification tool for the BIM model of the TPZ at the construction stage for the customer is a powerful management tool that will allow you to resolve conflicts and find solutions that affect the further progress of the construction and its successful completion, and for the future consumer of construction products during operation it will be the key to the safety of the built object.

Keywords: object of general planning; GP information modeling in construction; verification of the information model; BIM TPZ life cycle; automated verification of the information model; N-D model

References

1. Cloake, T., Siu, K.L., Eng, P. (2002). *Standardized Classification System To Assess the State and Condition of Infrastructure in Edmonton*. INFRA. Acces mode: URL: edmonton.ca/city_government/documents/InfraPlan/Infra%202002%20Report%20FINAL.pdf (date of access: 15.07.2019).
2. Giustolisi, O., Simone, A., Ridolfi, L. (2019). *Classification of infrastructure networks by neighborhood degree distribution*. Acces mode: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.07580.pdf (date of access: 18.07.2019).
3. *Subchapter 3: Occupancy and Construction Classification, NYC 1968 Code (Vol 1) / UpCodes // NYC Building Code, 2014* URL: up.codes/viewer/new_york_city/nyc-building-code-1968v1/chapter/3/occupancy-and-construction-classification#3 (date of access: 20.07.2019)
4. Eastman, C., Lee, J.-M., Jeong, Y.-S., Lee, J.-K. (2009). *Automatic rule-based checking of building designs*. *Automation in Construction*, 18, 1011-1013.
5. Koo, B., Shin, B. (2018). *Applying novelty detection to identify model element to IFC class misclassifications on architectural and infrastructure Building Information Models*. *Journal of Computational Design and Engineering*, 4 (5), 391-400.
6. Volkov, A., Chulkov, V., Kazaryan, R., Gazaryan, R. (2014). *Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings*. *Applied Mechanics and Materials*, 584-586, 2685-2688.
7. Wang, X., Wong, J., Li, H., Chan, G., Li, H. (2014). *A review of cloud-based BIM technology in the construction sector*. *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 281 – 291.
8. *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*; http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf
9. Petrov, K.S. Kuzmina, V.A., Fedorova, K.V. (2017). *Problems of implementing software systems based on information modeling technologies (BIM-technologies)*. *Engineering Bulletin of the Don*, 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.
10. Honcharenko, Tetyana. (2018). *The use of BIM-technology to create an information model territories for development*. *Management of Development of Complex Systems*, 33, 138 – 145.
11. Honcharenko, Tetyana. (2019). *The object-oriented modeling of spatial objects of general planning*. *Management of Development of Complex Systems*, 38, 64 – 70.
12. Honcharenko, T.A. (2018). *Bim-technology for creation information model of the construction site*. *Procc. Management of the development of technologies: Fifth international scientific-practical conference, Kyiv*, p. 11.
13. Mihaylenko, Viktor, Honcharenko, Tetyana, Chupryna, Khrystyna, Andrashko, Yurii, Budnik, Svitlana. (2019). *Modeling of Spatial Data on the Construction Site Based on Multidimensional Information Objects*. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8, 6, 3934 – 3940. URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F9057088619.pdf>.
14. Terentyev, Oleksandr, Tsiutsiura, Svitlana, Honcharenko, Tetyana, Lyashchenko, Tamara. (2019). *Multidimensional Space Structure for Adaptable*. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8, 3, 7753-7758. URL: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C6318098319.pdf>.
15. Riabchun, Yuliia, Honcharenko, Tetyana, Honta, Victoria, Chupryna, Khrystyna, Fedusenko, Olena. (2019). *Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness*. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8, 11, 4050 – 4058.

Посилання на публікацію

- APA Honcharenko, Tetyana, & Mihaylenko, Victor, (2020). *Multi-aspect classification method for verification of multidimensional information models of objects of general planning*. *Management of Development of Complex Systems*, 41, 61 – 67; [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.61-67](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.61-67).
- ДСТУ Гончаренко, Т.А. *Метод багатогаспектної класифікації для верифікації багатовимірних інформаційних моделей об'єктів генерального планування [Текст] / Т.А. Гончаренко, В.М. Михайленко // Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 41. – С. 61 – 67; [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.61-67](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.61-67).*