

Г.В. Шпакова, к.т.н., доцент кафедри будівельних технологій,

ORCID: 0000-0003-2124-0815

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ BIM ПРИ ФУНКЦІОНАЛЬНІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В ПЕРІОД ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РЕЦИКЛІНГУ

Анотація. У відповідності до міжнародних пріоритетів в розвитку виробництва нехтування інформаційними технологіями та екологічними стандартами є стратегічною втратою часу в економічному розвитку країни. В будівельній галузі шлях слідування за світовими трендами в напрямку створення конкурентоспроможної продукції проходить через BIM-технології проектування та супроводу об'єктів протягом всього життєвого циклу. Механізм інструментарію BIM-технологій пропонується послідовно застосовувати на всіх етапах проектування: на перед-проектній стадії при роботі з інвестиційним проектом, на стадії розробки об'ємно-планувальних та конструктивних рішень з врахуванням можливої зміни функціонального призначення об'єкта протягом життєвого циклу. Пропонується застосування концепції функціональної трансформації об'єктів в період експлуатації, впровадження якої візуалізується засобами D-моделювання BIM. Супровід об'єкта протягом його експлуатації з метою вчасної діагностики стану конструкцій та планування поточних і капітальних ремонтів пропонується виконувати також засобами BIM. Аспекти екологізації в будівельній галузі, які є актуальними у світі, пропонується впроваджувати на основі циркулярної (кругової) моделі матеріального виробництва, що передбачає цикл органічних або біологічних матеріалів, здатних повертатися в біосферу без шкоди для живого світу, та цикл технічних матеріалів, які повинні утримуватися в обороті якомога довше, за допомогою такого інструменту як рециклінг будівельних конструкцій та матеріалів. Залучення засобів BIM при використанні рециклінга надає можливість підприємствам переробного сектору планувати обсяг випуску продукції в часі та гарантовано отримувати сировину (зношені будівельні конструкції та матеріали) з об'єктів, що підлягають реконструкції або модернізації.

Ключові слова: BIM-технології; функціональна трансформація; рециклінг; девелопмент; циркулярна модель виробництва.

Постановка проблеми

Динаміка в будівельній галузі на даний час не є доволі оптимістичною і поступом до цього є ряд факторів, які відчутно стримують темпи зростання. Серед них: низький рівень доходів населення, невисока активність інституціональних інвесторів, складність пошуку джерел фінансування для реалізації великих проєктів, а також недосконалість державних механізмів регулювання відносин у будівельній галузі.

Особливу нішу в діапазоні актуальних інвестиційних проєктів займають об'єкти культурного та соціально-побутового призначення. По-перше, до цього класу відносяться об'єкти, що безпосередньо є соціально вагомими: школи, ЗВО, поліклініки, дитячі садочки і т.п. Саме через соціальну направленість ці об'єкти не є комерційно привабливими для інвесторів і тому найчастіше замовником їх виступає держава або територіальні громади. Проте, до цього класу також можна віднести об'єкти масового обслуговування населення: магазини, ресторани, кафе, торговельно-розважальні центри, бізнес-центри та офісні комплекси, які забезпечують забудовнику прибутковність інвестиційних вкладень.

Але на успішність такого проєкту безпосередньо впливає його місце реалізації, тобто вдале розміщення відносно транспортно-пасажи́рських потоків, транспортно-логістична доступність. Більшість інвесторів вкладають ресурси саме в такі проєкти. Та початково успішний проєкт може втратити комерційну привабливість протягом експлуатації з ряду суб'єктивних причин, як то реорганізація транспорт-

них потоків, зміна урбаністичного центру міста тощо. Потреба ж в об'єктах соціально-побутового та культурного призначення протягом часу тільки зростає. Альтернативою для зацікавлення інвесторів (або девелоперських компаній) є концепт можливої функціональної трансформації об'єкта протягом його життєвого циклу.

Аналіз останніх досягнень

Традиційно питання зміни функціонального призначення об'єкту вирішується девелопером під час реконструкції (часткової або повної). В цих умовах важливим питанням є зміна функціонального призначення об'єктів, однак, враховуючи складність організаційно-технологічних та проєктно-конструктивних рішень, які необхідно розробити та виконати при зміні функціонального призначення об'єктів та великої вартості реалізації таких рішень, це не завжди можливо. Більшість таких завдань реалізується девелоперами через ліквідацію існуючих об'єктів та зведення на їх місці нових з іншим функціональним навантаженням. Залучення до процесу проектування, будівництва та експлуатації BIM-технологій (BIM – Building Information Modeling) дозволить виконувати багатоваріантне опрацювання концептуальної моделі на передпроектному (інвестиційному) етапі, оцінювати варіативність об'ємно-планувальних показників (будівельний об'єм, розрахункова і загальна площа, питомі показники обсягу), скорочувати кількість помилок, доробок і загальні терміни реалізації проєкту [1]. Виявлення колізій проєктів до початку будівництва дозволяє зменшити його

вартість до 10%, а також мінімізувати ризики, пов'язані з судовими розглядами. BIM-модель — цифрова копія будівлі, яка несе в собі всю необхідну інформацію, потрібну на певній стадії життєвого циклу об'єкту. Наприклад, очікувана щорічна економія від впровадження BIM-технологій в країнах Євросоюзу на етапі проектування та будівництва становить понад 20%. У Великобританії за рахунок використання BIM до 2025 року планується на 50% скоротити час реалізації проектів [2]. Але перед сучасною будівельною галуззю стоїть ще й питання екологічності процесу зведення та експлуатації об'єкта в чіткому дотриманні існуючих нормативних актів та світових трендів до екологізації.

Мета роботи

Враховуючи екологічну складову сучасної нормативно-правової бази, доцільно розглянути шляхи системного впровадження IT-технологій на період життєвого циклу будівельного об'єкта на прикладі застосування BIM при адаптації його до потреб ринку нерухомості на засадах концепції функціональної трансформації з використанням можливостей рециклінга як одного з напрямків екологізації будівництва.

Результати досліджень

Концепт функціональної трансформації полягає в зміні функціонального призначення будівельного об'єкту протягом життєвого циклу зі зміною внутрішніх (та/або частково зовнішніх) архітектурно-конструктивних рішень з мінімізацією інвестиційних коштів на реконструкцію і уникненням необхідності повного демонтажу [3]. Реалізації концепту базується на принципі уніфікації типів конструкцій, конструктивних схем об'єктів з метою подальшої розробки уніфікованих проектно-конструктивних та універсалізації технологічно-організаційних рішень для можливої функціональної трансформації в період експлуатації за умови мінімізації інвестиційних витрат, а саме: планувати життєвий цикл об'єкту нерухомості, скорочувати терміни і вартість виконання проектних і будівельних робіт, оперативно виконувати контроль за вартістю проекту. Впровадження конструктивних та технологічно-організаційних особливостей функціональної трансформації на передпроектній та проектній стадіях надасть в подальшому конкурентні переваги девелоперам, які будуть використовувати можливості трансформації в період модернізації або повної реконструкції об'єкта при зміні пріоритетів на ринку нерухомості.

Зазвичай проектування та будівництво будівель і споруд з додатковими конструктивно-технологічними особливостями є більш витратними. Шлях скорочення витрат, пов'язаних з термінами виконання робіт, полягає в системному запровадженні в процесі проектування та зведення BIM-технологій, які дозволяють візуалізувати можливі зміни, врахувати побажання замовника, окреслити складні або дорогі вартісні аспекти запропонованих рішень тощо. Залучення на етапі 3D-проектування спеціалістів з різних царин проектування дозволить встановити відповідність проектних архітектурно-конструктивних та інженерно-комунікаційних рішень завданню зміни функціоналу об'єкту, а на етапі 4D та 5D-проектування в форматі даних COBie — залучити технологів і економістів для внесення (за потреби) коректив

в часові параметри та обрахунку майбутніх інвестицій на вимогу замовника.

Ще одним перспективним напрямком до скорочення інвестиційних витрат може стати рециклінг будівельних матеріалів та конструкцій. Рециклінг — це процес повторного використання відходів за тим же призначенням після їх переробки. На сьогодні вартісна оцінка проекту з використанням переробленого будівельного сміття в нашій країні не має масового поширення. І до цього є ряд підстав: по-перше, вартість переробки занадто висока, по-друге, відсутня належно діюча система контролю та покарання за недотримання екологічних норм, по-третє, не сформована колективна соціально-екологічна свідомість спільноти, спрямована на підтримку нематеріальних цінностей. Шляхом подолання є централізоване запровадження системи обов'язкової переробки будівельного сміття і його рециклінга, підпорядкування проектних технологічних та економічних рішень екологічним обмеженням і принципу збалансованого природокористування; технологічне переозброєння будівельного виробництва під екологічним контролем з боку держави і територіальної громади. Тоді постає питання, чи варто витрачати сьогодні ресурси на впровадження рециклінгу в проектах за умов відсутності нормативно-правової бази та фінансово-фіскального стимулювання? Варто, і саме в концепції будівництва об'єктів з можливою функціональною трансформацією.

По-перше, рециклінг відповідає світовим тенденціям майбутнього розвитку людства, виголошеним ще в 2016 році на Всесвітньому форумі в Давосі, де пріоритетами будь-якої сфери діяльності людини є ретельне проектування та створення інноваційних бізнес-моделей, які зможуть забезпечити постійне надходження технічних та біологічних матеріалів в економіку, захищаючи цінні природні (обмежені) ресурси [4].

По-друге, рециклінг вписується і в модель кругової економіки, яка має прийти на заміну моделі лінійного виробництва, з постулатом про "100% циркулярність в технологіях" [5].

По-третє, впровадження концепції функціональної трансформації за допомогою інструментарію BIM в будівництві зробить можливим зв'язок між виробничим процесом (в даному випадку будівництвом чи реконструкцією) з інтелектуальними та виробничими потужностями переробної галузі (розробка нових будівельних матеріалів на основі рециклінгу будівельного сміття) з дотриманням доктрин еколого-економічних норм і врахуванням актуальних потреб ринку нерухомості (наприклад, попит в об'єктах соціально-побутового призначення) [6].

З поширенням Інтернету речей (IoT — Internet of Things) з'являється можливість забезпечувати кругові інновації. В умовах здешевлення сенсорних технологій та поширеності інтернет-мережі кожен компонент, який входить в будь-який виробничий процес стає "прозорим". В застосуванні до будівельного об'єкту це означає відслідковуваність походження (виготовлення) конструкції, їх якісний склад, і, як наслідок, термін дії. Протягом життєвого циклу будівлі стан конструкцій можна буде коригувати за результатами обстежень, що спростить складання графіків поточних і планових ремонтів, а також стане

вхідною інформацією для розробки проекту реконструкції. При впровадженні концепції функціональної трансформації в будівництві на основі BIM-проекткування девелопер отримує візуалізацію можливостей розвитку об'єкта в часі, конкретний план дій в разі зміни кон'юнктури на ринку нерухомості з прорахунком обсягів інвестиційних коштів на майбутнє. Моделювання з елементами параметризації (випуск конструкції з гарантованим терміном експлуатації) в рамках функціональної трансформації відкриває шлях для застосування рециклінгу будівельних конструкцій, при якому переробне підприємство будівництва в заданий період отримує замовлення для виготовлення нового типу конструкцій для реконструкції, а натомість отримує гарантований обсяг будівельного сміття.

В таких умовах виникає перспективність ринку девелоперських компаній, які б не тільки супроводжували об'єкт як забудовники, а й були власниками-

орендодавцями протягом всього життєвого циклу будівельного об'єкту.

Висновки

У відповідності до світових тенденцій розвитку людства подальше нехтування інформаційними технологіями та екологічними аспектами з боку країни є стратегічною втратою часу та незалежності при досягненні "європейської мети". Будівельна галузь має інструменти для впровадження нових цивілізаційних вимог через застосування BIM-технологій на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

Запровадження технологій рециклінгу будівельних конструкцій і матеріалів відкривають напрямки розвитку в царині розробки та виготовлення нових будівельних конструкцій, матеріалів повного циклу з вторинної сировини з дотриманням принципів збереження й відновлення природних ресурсів для впровадження .

Література

1. Будівля SMART Міжнародний будинок відкритого BIM. DOI: [https:// www.buildingsmart.org/](https://www.buildingsmart.org/) (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
2. Використання BIM-технологій в проектуванні і будівництві може стати обов'язковим у 2019 році. DOI: <https://www.timb.org.ua/podiuj/> (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
3. Шпакова Г. В. Планувально-технологічна концепція одно- та багатоядерних будівельних об'єктів багатофункціонального призначення на принципах модульності. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Київ, 2019. Вип.39. Частина 1. С. 190-196. ISBN 978-617-7748-27-3.
4. Циркулярна економіка: що це означає, як туди потрапити. Щорічна зустріч Всесвітнього економічного форуму. DOI: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy/> (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
5. Орловська Ю. В., Яковичина Т. Ф., Орловський Є. С. Зелене будівництво як складова політики ЄС щодо розвитку циркулярної економіки. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. Електронний журнал. 2014. Вип. 5(05). С. 365-371. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/5_2016/70.pdf (дата звернення: 12.11.2019).
6. Шпакова Г. В. Шляхи і можливість переробки будівельних відходів в Україні. Будівельне виробництво. Київ, 2012. Вип. №54. С. 22-25.

References

1. Building SMART International home of open BIM [electronic source]. — DOI: <https://www.buildingsmart.org/> (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
2. The use of BIM technologies in design and construction may become mandatory in 2019. [electronic source]. DOI: <https://www.timb.org.ua/podiuj/> (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
3. Shpakova, H. V. (2019). Planning and technological concept of single and multi-core multifunctional construction objects based on modularity principles. Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of formation of market relations, 39/1, 190-196.
4. Chris Dedicat Circular economy: what it means, how to get there [electronic source]. DOI: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy>. (дата звернення: 12.11.2019). — Назва з екрану.
5. Orlovskaya, Yu. V., Yakovychina, T. F., Orlovsky, E. S. (2014). Green building as a component of the EU policy on circular economy development. Eastern Europe: Economics, Business and Management, 5 (05), 365 -371. [electronic source]. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/5_2016/70.pdf.
6. Shpakova, H. V. (2012). Ways and Possibility of Recycling Construction Waste in Ukraine. Construction production, №54,22-25. Шпакова Анна Валентиновича

А.В. Шпакова, к.т.н., доцент кафедри строительных технологий, ORCID: 0000-0003-2124-0815
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЦИКЛИНГА

Аннотация. В соответствии с международными приоритетами в развитии производства пренебрежение информационными технологиями и экологическими стандартами является стратегической потерей времени в развитии. В строительной отрасли путь следования за мировыми трендами в направлении создания конкурентоспособной продукции ведет через BIM-технологии проектирования и сопровождения объектов в течение всего жизненного цикла. Механизм инструментария BIM-технологий предлагается последовательно применять на всех

этапах проектирования: на предпроектной стадии при работе с инвестиционным проектом, на стадии разработки объемно-планировочных и конструктивных решений с учетом возможности изменения функционального назначения объекта в течение жизненного цикла. Предлагается применение концепции функциональной трансформации объектов в период эксплуатации, внедрение которой визуализируется средствами D-моделирования BIM. Сопровождение объекта в течение его срока эксплуатации с целью своевременной диагностики состояния конструкций и планирования текущих и капитальных ремонтов предлагается выполнять также средствами BIM. Аспекты экологизации в строительной отрасли, актуальные в мире, предлагается внедрять средствами на основе циркулярной (круговой) модели материального производства, которая предусматривает цикл органических или биологических материалов, способных возвращаться в биосферу без ущерба для живого мира, и цикл технических материалов, которые должны содержаться в обороте как можно дольше, с помощью такого инструмента как рециклинг строительных конструкций и материалов. Привлечение средств BIM при использовании рециклинга дает возможность предприятиям перерабатывающего сектора планировать объем выпуска продукции во времени и гарантированно получать сырье (изношенные строительные конструкции и материалы) с объектов, подлежащих реконструкции или модернизации.

Ключевые слова: BIM-технологии; функциональная трансформация; рециклинг; девелопмент; циркулярная модель производства

A.Shpakova, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Building Technologies, ORCID: 0000-0003-2124-0815
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

APPLICATION OF BIM WITH FUNCTIONAL TRANSFORMATION OF OBJECTS DURING OPERATION USING RECYCLING

Annotation. *In accordance with international production development priorities one can't neglect of information technology and environmental standards because it's a strategic waste of time. In the construction industry, the path of following global trends of creating competitive products leads through BIM-technologies used for design and maintenance of objects throughout the entire life cycle. It is proposed that the mechanism of BIM-technology tools be used consistently at all stages of design: at the pre-project stage when working with an investment project, at the stage of developing space-planning and structural solutions, taking into account possible changes in the functional purpose of the object during the life cycle. The application of the concept of functional transformation of objects during operation is proposed, the implementation of which is visualized by means of D-modeling of BIM. It is proposed to carry out maintenance of the facility during its service life in order to timely diagnose the state of structures and plan current and overhauls by means of BIM. It is proposed to introduce greening aspects in the construction industry that are relevant in the world by means of a circular (circular) model of material production, which provides for a cycle of organic or biological materials that can return to the biosphere without harming the living world, and a cycle of technical materials that should be contained in turnover as long as possible, using such a tool as recycling of building structures and materials. Attraction of BIM funds when using recycling enables the enterprises of the processing sector to plan the volume of production over time and is guaranteed to receive raw materials (worn-out building structures and materials) from objects to be reconstructed or modernized.*

Key words: BIM-technologies; functional transformation; recycling; development; circular production model.