

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

БУШУЕВА Е.В.¹, МАЦУЕВ Г.В.², ЕРОШЕВИЧ Н.В.²

¹старший преподаватель кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

²студент/ка специальности 1–70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

В работе описана современная концепция анализа системы управления качеством строительства на различных стадиях жизненного цикла объекта с помощью инновационного сервиса для автоматизации управления строительством. Программа называется «gectaro» и её главная задача – цифровизировать строительство с помощью BIM-технологий. Обозначим возможности программного комплекса, а также обоснуем целесообразность внедрения таких программных комплексов в белорусские строительные организации.

Ключевые слова: цифровизация строительства, BIM–технология, автоматизация управления.

ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION QUALITY MANAGEMENT SYSTEM AT VARIOUS STAGES OF THE OBJECT'S LIFE CYCLE USING BIM TECHNOLOGIES

BUSHUEVA E.V.¹, MATSUEV G.V.², EROSHEVICH N.V.²

¹senior lecturer of the Department «Economics, Construction Organization and Real Estate Management»

²student of specialty 1-70 02 02 «Real Estate Appraisal and Management»

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

The paper describes a modern concept for analyzing the construction quality management system at various stages of the life cycle of a facility using an innovative service for automating construction management. The program is called «gectaro» and its main task is to digitalize construction. We will outline the capabilities of the software complex, and also justify the feasibility of introducing such software systems into Belarusian construction organizations.

Keywords: digitalization of construction, BIM–technology, control automation.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время использование BIM-технологий становится неким «мейнстримом» в строительной отрасли, всё больше компаний переходят из 2D проектирования в 3D моделирование. Переход на BIM-технологии существенно ускоряет процесс проектирования, инженеры различных направлений могут работать вместе в одном рабочем пространстве, заказчик наглядно видит будущее сооружение со всеми материалами и техническими характеристиками. Однако BIM-технологии не ограничиваются лишь проектированием. В данной статье мы посмотрим на новые возможности BIM-технологий, а именно улучшенным способом контроля качеством строительства на различных стадиях жизненного цикла объекта. Также рассмотрим возможности автоматизации строительных процессов с помощью нового программного комплекса, называемого «gectaro».

Начало основной части статьи отведём на обзор нынешнего состояния BIM-технологий в Беларуси и приведём примеры успешного внедрения инновационных технологий в крупнейшие строительные компании Беларуси.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В июле 2021 года Европейская комиссия приняла пакет предложений по сокращению выбросов парниковых газов, как минимум, на 55% к 2030 году. Эти меры включают увеличение производства возобновляемой энергии и требование ежегодно обновлять 3% существующего строительного фонда для повышения энергоэффективности. Предполагается, что последнее создаст 160 000 рабочих мест в строительном секторе [2].

18 января 2022 года Европейская комиссия запустила второе издание Новой европейской программы «Баухауз» [3]. Инициатива, открытая в 2020 году, направлена на преобразования, связанные со средой с меньшим выбросом углекислого газа. Проект призывает архитекторов, студентов, специалистов и граждан поделиться идеями, примерами и проблемами, чтобы помочь определить конкретные пути решения важных задач при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов недвижимости. Победители программы иллюстрируют ценности программы устойчивого развития, эстетики и инклюзивности. К их числу относятся проекты «ERDEN PURE Walls», «RoSana», «APROP Ciutat Vella» и другие.

В настоящее время, для реализации концепции «net-zero» зданий используются такие методы как:

1. Чистый ноль (углеродная нейтральность) – это акт аннулирования количества парниковых газов, образующихся в результате деятельности человека, путем сокращения существующих выбросов и внедрения методов поглощения углекислого газа из атмосферы. Существует 7 методов для его достижения [4]:

- 1.1. Применение концепции биоклиматической архитектуры
- 1.2. Обеспечение возобновляемой энергией на объекте недвижимости
- 1.3. Использование энергоэффективного оборудования
- 1.4. Энергоэффективные ограждающие конструкции здания
- 1.5. Инвестирование в современные окна и двери
- 1.6. Исключение ископаемого топлива
- 1.7. Оценка содержания углерода

2. Здания «нулевой энергии» – это здания, способные компенсировать или уравновесить количество энергии, необходимого для строительства и эксплуатации в течение всего срока службы, во всех аспектах. Другими словами, здание способно производить достаточно энергии, чтобы компенсировать количество энергии, необходимое для ежедневной работы [5].

3. Нулевой уровень выбросов углерода – достигается за счет сокращения использования строительных технологий и материалов, которые приводят к высоким его выбросам. Сокращение выбросов за счет лаконичного выбора материалов и методов строительства часто приводит к снижению выбросов вредных химических веществ, что влияет на производительность и благополучие жильцов [6].

4. «Пассивная» солнечная энергия – это сбор и распределение энергии, получаемой солнцем с использованием естественных, немеханических средств, которые в архитектуре обеспечивают здания теплом, освещением, механической энергией и электричеством настолько естественно, насколько это возможно.

5. Адаптивное повторное использование материалов

5.1. Повторного использования материалов – процесс проектирования, в котором повторно используются существующие материалы или который направлен на обеспечение возможности повторного использования строительных элементов в будущем, значительно отличается от стандартных методов проектирования. Работа со строительными отходами требует испытаний материалов, оценок и консультаций, а также определения «доступных» источников отходов.

Проектирование для повторного использования в будущем требует расширенных исследований «слоев» зданий, свойств материалов, методов технического обслуживания и сценариев повторного использования, что приводит к более длительному вводному этапу и часто к более высокой стоимости проекта [7].

5.2. Вмешательства в ранее существовавшие объекты недвижимости – Ответственное использование природных ресурсов и воздействие строительной индустрии являются постоянными проблемами в области архитектуры и городского планирования. В прошлом такие концепции, как «чистый» шифер, массовый снос и строительство совершенно новых сооружений, были широко приняты и поощрялись. В настоящее время происходит трансформация, требующая новых подходов, таких как переработка отходов, адаптивное повторное использование и реконструкция, с использованием преимуществ того, что уже есть [8].

5.3. Восстановление заброшенных объектов недвижимости – Пандемия COVID-19 привела к гибели миллионов людей, изменила наше восприятие городов, в которых мы живем, и разрушила целые секторы экономики. Одним из таких секторов является гостиничный, где бесчисленные рестораны, бары и отели по всему миру не выдержали немедленных карантинных мер, введенных странами для смягчения последствий распространения вируса. Закрытие и последующее неиспользование по назначению известных отелей по всему миру поднимает вопросы о том, как эти здания при жизни служат символами социальной дифференциации, а при их закрытии служат пустыми «сосудами», которые подчеркивают отсутствие внимания, уделяемого наиболее уязвимым слоям общества. Благодаря структуре, которая может быть относительно легко преобразована в жилье, отели представляют собой интересный ракурс для изучения возможных решений по смягчению жилищного кризиса путем адаптивного повторного использования [9].

5.4. Переосмысление «священных» пространств для новых целей – После пожаров в соборе Парижской Богоматери и мечети Аль-Акса в Иерусалиме, в последние годы, наблюдаются предложения архитекторов о новых способах восстановления этих «священных» пространств, открывая в них новые возможности. В Европе и Северной Америке расходы на содержание и неиспользование «священных» мест привели к заброшенности церквей, святынь и монастырей, имеющих большую архитектурную и историческую ценность. Это открыло новую возможность для инвесторов и архитекторов спасти и реконструировать историческое наследие этих зданий [10].

Стоит отметить, что тема энергоэффективности и энергопотребления становится все более важной во всем мире. Известно, что изменение климата зависит от многих факторов, включая города с их «островками тепла» и в целом выбросами углекислого газа зданий. В этом контексте очевидно, что «Net-Zero» здания могут значительно уменьшить это воздействие и являются жизнеспособным решением, а внедрение BIM-технологии позволяет контролировать каждый этап процесса проектирования, в том числе и процесс эксплуатации здания, и интегрировать стратегии устойчивого развития буквально с самого начала процесса проектирования.

Например, BIM-технология используется при энергоаудите зданий, что позволяет выявить уровень энергоэффективности здания, сделать детальное описание характеристик помещений, коммуникаций и ограждающих элементов и провести оценку выполненных работ с рекомендациями по улучшению энергоэффективности. Он предлагает мощные возможности для оценки альтернативных энергетических стратегий и систем на самой ранней стадии проектирования. Это помогает проанализировать энергопотребление, определить альтернативное энергетическое решение на этапе проектирования. В данном случае используются такие программные комплексы как Revit, Revit Ecotect, Green Building Studio, Energy-plus и т. д.

Энергоаудит здания с использованием BIM-технологии обусловлен системным подходом, характеризующимся такими этапами как:

1. Сбор необходимых данных об объекте недвижимости для подготовки 3D-модели такие как общий план здания, свойства материалов, система HVAC и т. д.;

2. Подготовка 3D-модели здания, которая создается в программном комплексе Autodesk Revit согласно информации о материале и плане здания;
3. Энергетический анализ с использованием программных комплексов.

После энергетического анализа, подбираются элементы конструкции здания для оптимизации энергопотребления (например, в исследовании [11] были рассмотрены: пенополистирол с низкой теплопроводностью, высокоэффективное стекло (двойное остекление), зеленая крыша, сокращение доли оконных стен (менее 30%)). Затем сравнивается анализ базового прогона и оптимизированные результаты.

Примером исследования энергоаудита с использованием BIM-технологии в международном опыте служит 2-этажное здание банка в Кхулне, Бангладеш [11]. После оптимизации было проведено изменение размеров оконных и дверных проемов, стен, а также была устроена «зеленая крыша». Наиболее значимые изменения после оптимизации энергоснабжения здания произошли с показателем энергозатрат в течении жизненного цикла здания, в результате чего стоимость энергии жизненного цикла примерно на 30 лет снизилась с 80 555 долларов США до 73 279 долларов США. Потребление электроэнергии в жизненном цикле снизилось с 1,872,490 кВтч до 1,702,214 кВтч. На рисунке 1 представлена 3D-модель здания в 2 состояниях: до оптимизации через инструменты BIM-технологии и после оптимизации.

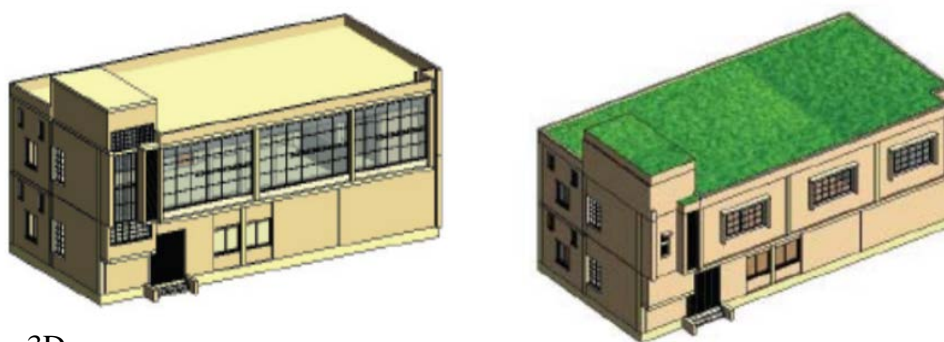


Рисунок 1 – 3D-модель здания до и после оптимизации

Источник: Energy Performance Analysis of an Office Building Using BIM: A Case Study [1]

В настоящее время, больших прогрессов в данной направлении достигла Великобритания, правительство которой обнародовало стратегию акта «Чистого нуля», определяющую, как Великобритания обеспечит 440 000 хорошо оплачиваемых рабочих мест и привлечет 90 миллиардов фунтов стерлингов инвестиций в 2030 году на пути к полному прекращению своего влияния на изменение климата к 2050 году. Меры, включенные в стратегию акта «Чистого нуля», дают уверенность предприятиям Великобритании в получении конкурентного преимущества в новейших низкоуглеродных технологиях.

В Республике Беларусь наблюдается положительная тенденции в области сокращения выбросов парниковых газов и стремлению к устойчивому развитию «зеленой» экономики, начиная с 2015 года, когда были взяты обязательства по сокращению выбросов парниковых газов не менее чем на 28 процентов, а в дальнейшем и до 40 процентов, до 2030 года, однако предстоит еще много работы, что все включенные в ОНУВ государственные программы показали положительный результат.

ВЫВОДЫ

В рамках данной статьи, была рассмотрена концепция «Net-Zero», охватывающая проектирование и строительство зданий с нулевым выбросом углекислого газа. Также, были рассмотрены внедрение BIM-технологии в проектирование зданий концепции «net-zero» и государственные программы по поддержке внедрения данной концепции.

Стремительный рост глобального энергопотребления привел к возникновению ряда жизненно важных проблем, связанных с истощением энергетических активов и солнечной энергии, а также тяжелым воздействием на окружающую среду. Таким образом, «Net-Zero» здание оказывает большое влияние на снижение вредного воздействия энергопотребления здания, а благодаря внедрению BIM-технологии в энергоаудит здания, удастся не только проектировать энергоэффективные и высокопроизводительные здания, но и помогать проектировщикам и владельцам зданий принять некоторые важные решения по снижению энергопотребления и выбросов CO₂ в здании. Однако стоит отметить, что на данный момент, использование BIM-технологии при энергоаудите встречается гораздо реже, нежели при проектировании за счет новизны данной методики и пока что точечного внедрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 2019 Global Status Report for Buildings and Construction Sector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unep.org/resources/publication/2019-global-status-report-buildings-and-construction-sector> – Дата доступа: 21.09.2022.

2. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Дата доступа: 21.09.2022

3. New European Bauhaus: applications open for the 2022 Prizes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_347?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Дата доступа: 22.09.2022

4. The Impact of Fossil Fuels in Buildings [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rmi.org/insight/the-impact-of-fossil-fuels-in-buildings/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Дата доступа: 22.09.2022

5. Net-Zero Energy & Net-Zero Carbon: Design Strategies to Reach Performance Goals [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/972553/net-zero-energy-and-net-zero-carbon-design-strategies-to-reach-performance-goals> – Дата доступа: 24.09.2022

6. The Courtyard House / Manoj Patel Design Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/974938/the-courtyard-house-manoj-patel-design-studio> – Дата доступа: 25.09.2022

7. Deconstruct, Do Not Demolish: The Practice of Reuse of Materials in Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/974056/deconstruct-do-not-demolish-the-practice-of-reuse-of-materials-in-architecture> – Дата доступа: 26.09.2022;

8. Interventions in Pre-existing Architecture: Adaptive Reuse Projects by Renowned Architects [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/971532/interventions-in-pre-existing-architecture-adaptive-reuse-projects-by-renowned-architects> – Дата доступа: 26.09.2022;

9. Global Homelessness Statistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://homelessworldcup.org/homelessness-statistics/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Дата доступа: 27.09.2022;

10. Hospitality and the Housing Crisis: Reclaiming Abandoned Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/971010/hospitality-and-the-housing-crisis-reclaiming-abandoned-architecture> – Дата доступа: 27.09.2022;

11. Energy Performance Analysis of an Office Building Using BIM: A Case Study [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/340645142_Energy_Performance_Analysis_of_an_Office_Building_Using_BIM_A_Case_Study — Дата доступа 28.09.2022.

REFERENCES

1. Global report on the state of buildings and the construction sector for 2019 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.unep.org/resources/publication/2019-global-status-report-buildings-and-construction-sector> – Access date: 09/21/2022.

2. European Green Course: The Commission proposes the transformation of the EU economy and society to meet climate ambitions [Electronic resource]. – Access mode: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541?utm_medium=веб-сайт&utm_source=archdaily.com - Access date: 21.09.2022

3. The New European Bauhaus: applications for the 2022 awards are open [Electronic resource]. – Access mode: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ru/ip_22_347?utm_medium=веб-сайт&utm_source=archdaily.com – Access date: 22.09.2022

4. The impact of fossil fuels on buildings [Electronic resource]. – Access mode: https://rmi.org/insight/the-impact-of-fossil-fuels-in-buildings/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Access date: 22.09.2022

5. Clean energy with zero carbon emissions: Development of strategies to achieve productivity goals [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.archdaily.com/972553/net-zero-energy-and-net-zero-carbon-design-strategies-to-reach-performance-goals> – Access date: 09/24/2022

6. House in the courtyard / Manoj Patel Design Studio [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.archdaily.com/974938/the-courtyard-house-manoj-patel-design-studio> – Access date: 25.09.2022

7. Deconstruct, not destroy: The practice of reuse of materials in architecture [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.archdaily.com/974056/deconstruct-do-not-demolish-the-practice-of-reuse-of-materials-in-architecture> – Access date: 26.09.2022;

8. Interventions in already existing architecture: Adaptive reuse projects of well-known architects [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.archdaily.com/971532/interventions-in-pre-existing-architecture-adaptive-reuse-projects-by-renowned-architects> – Access date: 26.09.2022;

9. Global statistics of homelessness [Electronic resource]. – Access mode: https://homelessworldcup.org/homelessness-statistics/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com – Access date: 27.09.2022;

10. Hotel business and housing crisis: restoration of abandoned architecture [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.archdaily.com/971010/hospitality-and-the-housing-crisis-reclaiming-abandoned-architecture> – Access date: 27.09.2022;

11. Analysis of the energy efficiency of an office building using BIM: a case study [Electronic resource]. – Access Mode: https://www.researchgate.net/publication/340645142_Energy_Performance_Analysis_of_an_Office_Building_Using_BIM_A_Case_Study – Access Date: 09/28/2022.