

И. Э. Аленин^{1}, А. В. Дубровский¹*

Опыт применения технологии информационного моделирования для проектирования энергоэффективных и высокотехнологичных объектов недвижимости

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: alenin-i@mail.ru

Аннотация. Современные тренды в градостроительстве направлены на эффективность и устойчивость пространственных структур, в результате увеличиваются сложность строительных проектов и риски, связанные с затратами и нехваткой времени на их полную реализацию. Часть проблем помогает преодолевать технология информационного моделирования, которая постоянно развивается и совершенствуется. Информационное моделирование зданий (BIM) – это процесс создания точной цифровой модели здания, которая содержит всю информацию о его конструкции, материалах, системах и связях между ними. BIM-технология позволяет не только создавать виртуальные модели зданий, но и анализировать их, оптимизировать, а также контролировать строительство на всех этапах. В статье рассмотрены теоретические и практические аспекты применения технологии информационного моделирования для проектирования энергоэффективных и высокотехнологичных объектов недвижимости. Основную часть работы составляют авторские проекты, реализованные с применением BIM.

Ключевые слова: BIM, энергоэффективность, инсоляция, устойчивое развитие, экодом

I. E. Alenin^{1}, A. V. Dubrovsky¹*

Experience in the application of information modeling technology for the design of energy-efficient and high-tech real estate objects

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: alenin-i@mail.ru

Abstract. Every year it becomes more and more clear that the need for efficiency and sustainability of development is increasing, the complexity of construction projects and the risks associated with costs and lack of time are increasing. All this helps to overcome the technology of information modeling, which is constantly developing and improving. Information modeling of buildings (BIM) is the process of creating an accurate digital model of a building that contains all the information about its design, materials, systems and connections between them. BIM technology allows not only to create virtual models of buildings, but also to analyze them, optimize, and control construction at all stages. The article discusses the theoretical and practical aspects of the application of information modeling technology for the design of energy-efficient and high-tech real estate objects. The main part will be the practical experience of using BIM by one of the authors of the article, I.E. Alenin.

Keywords: BIM, energy efficiency, insolation, sustainable development, eco-house

Введение

BIM – это процесс создания точной цифровой модели здания, которая содержит всю информацию о его конструкции, материалах, системах и связях

между ними. BIM-технология позволяет не только создавать виртуальные модели зданий, но и анализировать их, оптимизировать, а также контролировать строительство на всех этапах [1].

Для описания использования BIM при проектировании энергоэффективных и высокотехнологичных зданий необходимо определить, какие здания будут относиться к энергоэффективным и высокотехнологичным. Энергоэффективное здание – это здание, которое потребляет минимальное количество энергии для обеспечения комфортных условий проживания или работы в нем определенного проектом здания количества человек. Такие здания могут использовать различные технологии и материалы для снижения энергопотребления. Одним из основных принципов энергоэффективного здания является использование естественного света и вентиляции для освещения и охлаждения помещений. Также важно учитывать расположение здания относительно Солнца и направление окон для максимального использования дневного света [2]. Для отопления и охлаждения энергоэффективных зданий используются системы, которые позволяют регулировать температуру в зависимости от потребностей и времени суток. Важно отметить, что энергоэффективные здания требуют значительных инвестиций на этапе строительства, но в долгосрочной перспективе их владельцы могут сэкономить значительные средства на коммунальных платежах. Высокотехнологичные здания используют современные технологии для улучшения комфорта, безопасности и эффективности использования ресурсов. Такие здания могут использовать системы умного освещения, которые автоматически регулируют яркость света в зависимости от уровня освещенности и присутствия людей. Также они могут использовать системы управления климатом, которые автоматически поддерживают заданную температуру и влажность воздуха. Высокотехнологичные здания могут быть интегрированы с интернетом вещей, что позволяет управлять различными системами здания удаленно, также данные здания могут иметь системы безопасности, которые включают видеонаблюдение, контроль доступа и противопожарные системы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- понятия «энергоэффективность» и «высокотехнологичность» взаимосвязаны;
- энергоэффективным и высокотехнологичным может быть обычный многоквартирный жилой дом, в котором используются современные материалы и технологии.

Применение BIM для проектирования энергоэффективных и высокотехнологичных зданий имеет ряд преимуществ:

- повышение качества проектирования (избегание ошибок и коллизий на ранних стадиях проектирования, что снижает затраты на исправление ошибок строительства в будущем);
- оптимизация энергопотребления и использования ресурсов (определение наиболее энергоэффективных решений для зданий, используя анализ энергетического баланса и моделирование климатических условий);

- улучшение контроля строительства (BIM-модели позволяют контролировать строительство в реальном времени, отслеживать выполнение работ, а также автоматически обновлять документацию);
- снижение затрат на строительство (сокращение затрат на строительство за счет оптимизации проектных решений и повышения эффективности работы);
- улучшение окружающей среды (BIM позволяет проектировать здания с учетом экологических требований и стандартов).

Методы и материалы

В статье рассмотрены теоретические и практические аспекты применения технологии информационного моделирования для проектирования энергоэффективных и высокотехнологичных объектов недвижимости. Основную часть будет составлять практический опыт применения BIM одного из авторов статьи Алены И.Э. В качестве основного программного обеспечения использовался Revit.

Результаты

Повышение качества проектирования достигается путем своевременного обнаружения ошибок и коллизий. Примером может служить взаимодействие различных разделов проектирования через единую информационную модель. Рассмотрим практический пример, когда на основе плоскостных чертежей производилось моделирование генплана и секций жилых многоквартирных зданий на улице Белозерской города Перми. В ходе моделирования были обнаружены ошибки в виде несоответствия высотных отметок. Данные ошибки были исправлены, что позволяет в итоге на этапе строительства экономить временные и материальные ресурсы. Одним из итогов моделирования также было создание 3D визуализации проекта, рис.1.



Рис. 1. 3D визуализация проекта на улице Белозерской, город Пермь

Другим практическим примером может служить проект экоддома для острова Ольхон. Для экоддома были применены проектные решения в виде значительного утепления стен, использования биотуалетов, галечного аккумулятора, ПЛЭН, солнечного воздушного коллектора и солнечного концентратора, что

позволяло дому быть автономным относительно отопления. Также при проектировании использовалась прямая связка информационной модели и сметной системы (каждому элементу модели присваивались сметные свойства, что позволило произвести точный автоматизированный расчет сметной стоимости экодома). Данный проект был удостоен специальной номинации «Перспективная разработка в применении подходов информационного моделирования в реализации энергоэффективного малоэтажного домостроения» на II Всероссийском конкурсе «ВМ-технологии 2017». На рис.2 представлено инженерное оснащение экодома [3].



Рис. 2. Инженерное оснащение экодома

Важную роль при проектировании энергоэффективных зданий играет расчет инсоляции. В большинстве случаев данный расчет производится автоматически на основе информационной модели и специальных программ. Одной из таких программ является Altec Formit – это веб-сервис, предназначенный для расчета инсоляции и КЕО жилых, общественных зданий, площадок и автоматического формирования отчета по модели из Revit. Это позволяет специалисту существенно ускорить анализ проектного решения, избавляя его от рутинных расчетов. Также расчет инсоляции возможно проводить с помощью визуального программирования и Revit.

Практическим примером использования визуального программирования и Revit будет являться расчёт количества часов попадания солнечного света на фасады здания. Экспериментальным объектом был выбран Дом культуры Академия, для этого здания была разработана информационная модель. На основании выполненных расчетов было определено оптимальное расположение здания относительно сторон света для обеспечения лучшей освещенности внутренних помещений (это расположение не совпадает с реально существующим). На рис. 3 продемонстрировано реальное положение объекта и оптимальное согласно расчетам по инсоляции [4].



а)



б)

Рис. 3. Трехмерная модель дома культуры Академия:

а) Северо-Восточное ориентирование лицевого фасада здания
(реальное положение объекта);

б) Юго-Восточное ориентирование лицевого фасада здания
(модельное положение здания, при котором обеспечивается оптимальная освещенность помещений)

Результатом применения технологии информационного моделирования стало качественное проектирование зданий, точный подсчет объемов работ, оптимальное расположение зданий относительно сторон света, что способствует повышению энергоэффективности и инвестиционной привлекательности. Отсутствие процессов, основанных на BIM и интегрированных технологиях, для современного строительства приводит к неэффективному проектированию и планированию, ограниченному сотрудничеству участников проекта, отсутствию принятия решений на основе данных, повышенным рискам, задержкам и перерасходу средств.

Обсуждение

Сложность строительных проектов и риски, связанные с затратами и нехваткой времени на реализацию проектов свидетельствуют о необходимости создавать эффективные с позиции применяемых при строительстве технологий, а также окупаемых с течением времени ресурсосберегающих зданий и сооружений. В этой связи стоит отметить тенденции развития и применения BIM-технологии:

- цифровые двойники с поддержкой интернета вещей (усиление цифровых двойников Интернетом вещей (IoT) служит мощным инструментом для мониторинга, анализа и оптимизации строительных проектов);
- облачные технологии (они предоставляют заинтересованным сторонам гибкость для совместной работы, управления проектами в режиме реального времени и доступа к проектным данным из любого места);
- интеграция BIM и ГИС (заинтересованные стороны могут визуализировать строительные проекты в синергии с прилегающими территориями, что при-

водит к принятию обоснованных решений и улучшению планирования проекта, анализа строительной площадки и управление инфраструктурой) [5];

- искусственный интеллект и автоматизация;
- 3D-печать для строительства зданий;
- VR / AR / MR (технологии AR и VR обеспечивают заинтересованным сторонам визуализацию в виртуальной среде для выявления и устранения недостатков проекта и внесения изменений в режиме реального времени);
- лазерное сканирование и беспилотные технологии;
- энергетическое моделирование зданий (инструменты BEM моделируют потребление энергии, помогая архитекторам и инженерам принимать обоснованные решения по проектированию энергоэффективных систем, способствуя оптимизации систем ОВ, ВК, освещения, изоляции и т.д.);
- генеративный и параметрический дизайна (застройка, планировка зданий, трассировка сетей, конструкции / фасады и т.п.);
- рендеринг в реальном времени и AI для визуализации проектов [6].

Ярким примером применения облачных технологий в России могут служить программные продукты компании Tangl и Sarex. Tangl и Sarex – относительно недавно появившиеся российские платформы для управления сроками, стоимостью и качеством инвестиционно-строительных проектов на основе BIM-данных [7, 8]. Примером же использования искусственного интеллекта в BIM является российское программное обеспечение «ИМПульс». Данное ПО позволяет быстро и качественно классифицировать элементы BIM-модели для их дальнейшего использования на последующих этапах жизненного цикла объекта недвижимости. Также стоит отметить, что многие крупные застройщики разрабатывают собственное ПО, использующее BIM-данные, для лучшего управления бизнес-процессами. Одним из таких застройщиков является ПИК (г. Москва), который разработал ПО «ROBOT». Данное градостроительное ПО разрабатывалось для следующих целей:

- сокращение сроков разработки и увеличение количества рассматриваемых вариантов архитектурно-градостроительного анализа (АГА);
- сокращение сроков разработки объемно-планировочных решений (ОПР);
- получение инструментов анализа и контроля используемого в процессе проектирования объектов недвижимости с учетом сценария продаж;
- получение проектных данных для сайта продаж в контексте города и облегчение перехода на онлайн продажи (виды из квартир, окружение коммерческих помещений);
- возможность быстрой оценки инвестиционной привлекательности участка для любого варианта АГА.

ROBOT разработан на графической платформе Unreal Engine и использует в своей работе нейронные сети, ГИС- и BIM-данные [9].

Заключение

BIM обладает потенциалом для улучшения коммуникации и сотрудничества между обществом, правительством и бизнесом в проектно-строительной отрасли.

ВІМ позволяет экономить временные и материальные ресурсы, улучшать качество самого проектирования, что позволяет повышать инвестиционную привлекательность объектов недвижимости, создавать более надежную и экологически рациональную инфраструктуру, ответственно использовать ресурсы планеты и формировать процветающую среду для растущих городов и населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талапов, В. В. Информационная модель – основа «умного города». – Текст : электронный // isicad.ru: официальный сайт. – 2018. – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19940.
2. Дубровский, А.В. Применение 3d моделирования для рационального проектирования объектов недвижимости / А. В. Дубровский, М. А. Карпов. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск [Текст] : сб. материалов в 8 т. Т. 3 : Национальная науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. № 2. – С. 41–49. – DOI: 10.33764/2618-981X-2020-3-2-41-49.
3. Аленин И. Э. Экодом - информационная модель для нового поселка на острове Ольхон на Байкале. - Текст : электронный // ardexpert.ru: официальный сайт. – 2018. – URL: <https://ardexpert.ru/project/11832>.
4. Аленин, И. Э. ВІМ проектирование оптимальной инсоляции помещений для повышения их инвестиционной привлекательности / И. Э. Аленин, А. В. Дубровский, В. В. Талапов. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Международный научный конгресс, Новосибирск, 18 июня – 8 июля 2020 г. : сборник материалов в 8 томах / Сибирский государственный университет геосистем и технологий. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью : Междунар. науч. конф., №2. – С. 80-86. – DOI: 10.33764/2618-981X-2020-3-2-80-86.
5. Autodesk – Интеграция ВІМ и ГИС Эволюция планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры. ArcGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/solutions/bim/explore-civil-infrastructure/bim-gis-ebook>.
6. Bhushan Avsatthi: Top 8 BIM Technology Trends That Will Dominate the AEC Industry. - Текст : электронный // www.aecbytes.com: официальный сайт. – 2023. – URL: https://www.aecbytes.com/viewpoint/2023/issue_110.html.
7. Российская экосистема сервисов Tangl для проектов в строительной отрасли // tangl.cloud: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://tangl.cloud/>.
8. Российская ИТ-компания, резидент кластера передовых промышленных технологий фонда Сколково, разработчик одноименного решения для цифровизации строительных проектов// www.sarex.io: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://www.sarex.io/>.
9. Ширинян, Е.В. Генераторы застройки и большой бизнес. Краткий обзор». – Текст : электронный // isicad.ru: официальный сайт. – 2021. – URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=21778.

© И. Э. Аленин, А. В. Дубровский, 2024