

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BIM

САЗОНЕНКО В.В.

аспирант Белорусского национального технического университета,  
г. Минск, Республика Беларусь.

*В статье описываются информационные инструменты проектирования и управления в строительном комплексе. Рассмотрены основные возможности технологии BIM по использованию базы данных модели для решения нескольких типов задач, которые обычно связаны с проектированием строительных конструкций. Внедрение открытых стандартов BIM позволяет принимать более эффективные стратегические решения и повышать предсказуемость за счет лучшего управления рисками. Продемонстрированы преимущества модели с большим количеством централизованной информации при разработке нескольких приложений и задач. Концепция интероперабельности, характеризуемая как представление информации и беспрепятственный обмен между междисциплинарными системными областями, существенно влияет на отрасль в использовании новых цифровых технологий. Настоящее исследование способствует выяснению наиболее часто встречающихся барьеров в обеспечении интероперабельности при реализации строительных проектов с применением технологии BIM.*

Ключевые слова: строительный комплекс, моделирование строительства зданий, интероперабельность, жизненный цикл, информационное моделирование зданий, обмен информацией.

## ENSURING INTEROPERABILITY WHEN IMPLEMENTING CONSTRUCTION PROJECTS USING BIM TECHNOLOGY

SAZONENKO V.V.

graduate student of the Belarusian National Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus.

*The article describes information tools for design and management in the construction complex. The main capabilities of BIM technology for using the model database to solve several types of problems that are usually associated with the design of building structures are considered. The implementation of open BIM standards allows you to make more effective strategic decisions and increase predictability through better risk management. The advantages of a model with a large amount of centralized information when developing several applications and tasks are demonstrated. The concept of interoperability, characterized as the presentation of information and seamless exchange between interdisciplinary system areas, is significantly influencing the industry in the use of new digital technologies. This study helps to clarify the most common barriers to interoperability in construction projects using BIM technology.*

Key words: building complex, building construction modeling, interoperability, life cycle, building information modeling, information exchange.

## ВВЕДЕНИЕ

Инструменты проектирования и управления в строительном комплексе были значительно улучшены за последнее десятилетие. Кроме того, процессы цифровизации и постепенное внедрение информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) в строительном комплексе, с одной стороны, упростили и ускорили процессы управления и контроля, с другой стороны, способствовали усложнению и фрагментации работы из-за расхождения специализаций в информационном моделировании.

Совершенствование ИКТ в строительстве привело к появлению технологии «Информационного моделирования зданий – BIM» (Building Information Modeling) как хранилища множества возможных сведений о строительных конструкциях, которые используются в различных видах деятельности, связанных с управлением, проектированием и контролем различных аспектов реализации строительного проекта.

В настоящее время применение технологий BIM для изменения конструкций широко поддерживается как академическими, так и отраслевыми сообществами. Процессы проектирования конструкций (включая моделирование, анализ и оптимизацию) исследуются с упором на конкретные этапы проектирования. Так, китайские ученые Х. Л. Чи, Х. Ван, Ю. Цзяо исследовали преимущества BIM в вопросе упрощения процесса текущего структурного проектирования, в контексте систематического моделирования, применения платформы интерактивной визуализации и стандартизированных интерфейсов обмена данными [1]. В своем диссертационном исследовании кандидат технических наук РФ Д. В. Аникин описывал автоматизированный процесс связывания архитектурных моделей с моделями конструкций для зданий, позволяющий автоматически генерировать и обновлять альтернативы для моделей конструкций на основе входных данных, извлеченных из архитектурной модели [2]. А. З. Сампайо, А. М. Гомес исследовали инструменты BIM с целью создания структурных аналитических моделей и использования нескольких аналитических моделей для выполнения различных задач структурного анализа и проектирования [3].

Академические исследования показывают, что всеобщая стандартизация строительных конструкций сделает применение автоматизированных технологий менее сложным. По этой причине средства представления возможных расхождений между запланированным и реальным результатом являются важным фактором, упрощающим принятие решений о корректирующих мерах.

В этом контексте цель данной статьи — продемонстрировать преимущества структурного проектирования и исследования путем интеграции BIM в процесс архитектурного и структурного проектирования, а также обеспечения интероперабельности этих процессов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Успешное управление строительством требует интеграции процессов, технологий и трудовых ресурсов. Инновации постепенно прокладывают путь к технологически поддерживаемым практикам управления проектами в строительстве, к трансформации и созданию новых инструментов удаленного мониторинга и автоматизации контроля за ходом строительства, улучшению сбора данных и, следовательно, улучшению процесса принятия решений. Например, достоверная информация о ходе реализации проекта обеспечивает непрерывную диагностику, что позволяет различным членам команды принимать соответствующие решения о любых мерах по сохранению темпов строительства и обеспечению сроков завершения строительства.

Считается, что моделирование BIM заложило основу для четвертой промышленной революции в строительной отрасли. Программная платформа, основным компонентом которой является BIM-модель — ключевой компонент цифровой трансформации. Возможность добавления в систему дополнительных технологий становится доступной благодаря сочетанию облачных технологий и BIM. На протяжении всего проекта, компоненты системы работают вместе, создавая

платформу для управления данными. Интернет вещей объединяет каждое устройство в единую систему интеллектуального управления для обмена информацией.

В настоящее время BIM представляет собой полноценную объектно-ориентированную трехмерную модель, представляющую собой цифровое здание для отслеживания физических характеристик и функций. Внедрение и применение инструментов BIM за последние годы возросло во всем мире среди основных игроков строительной отрасли [1; 3].

Хотя цифровые инструменты и технологии управляют сложным обменом информацией в строительной сфере, цифровизация не обеспечивает автоматическую интероперабельность. Существующие инструменты реализации открытых стандартов BIM подчеркивают растущую потребность в сотрудничестве и взаимодействии между этими системами. Сегодня в контексте строительного проекта можно достичь только синтаксической совместимости, что вынуждает всех участников использовать одно и то же программное обеспечение. Тем не менее, проблемы возникают всякий раз, когда субъект использует другое программное обеспечение или инструмент для запроса или получения информации, какую бы форму эта информация ни принимала (модели, электронные таблицы, чертежи, сертификаты, программы и т. д.) [4, с. 40-41].

С этим стоит согласиться, поскольку строительные проекты представляют собой сложные системы, которые требуют интенсивных совместных усилий всех заинтересованных сторон, а также полного понимания причин и следствий всех факторов. Без этого невозможно выявить отклонения от плана на раннем этапе, не говоря уже о реализации корректирующих действий и предотвращении неблагоприятных последствий. Эффективность, безопасность и точность строительных проектов требуют общего понимания обмениваемой информации. Таким образом, основная проблемная область — это интероперабельность и проблемы, связанные с ее реализацией среди субъектов, инструментов и технологий, участвующих в строительном проекте.

Этапы применения технологии BIM в структурном проектировании (дополненном извлечением информации, поддерживающей разработку новых типов задач), можно отразить в следующей последовательности:

- 1) оценка эффективности инструментов BIM, используемых при разработке отдельных этапов процесса проектирования конструкций (проектирование, анализ и расчет конструкций);
- 2) изучение различных приложений, которые может поддерживать база данных модели BIM, связанных с различными аспектами методологии (координация, производство чертежей, планирование строительства, анализ рисков, оценка затрат и моделирование устойчивости).
- 3) моделирование проекта конструкции с последующей передачей созданной модели в программу расчета конструкций;
- 4) результаты анализа, включая изменение, полученное для каждого элемента конструкции, были перенесены в исходную модель BIM, чтобы получить полную модель конструкции BIM;
- 5) реализация задач, необходимых для структурного проекта, а именно анализ конфликтов в моделировании или планировании строительства [5, с. 74-76].

Таким образом, инженеры-строители начинают процесс проектирования с анализа архитектурных планов, создания дизайна, формирования документации и построения широкого спектра аналитических моделей. По общей архитектурной планировке, качеству материала и степени нагрузки, эти аналитические модели должны быть последовательно скоординированы. Проектная документация постоянно обновляется, чтобы отразить самые последние изменения после завершения анализа и проектирования.

По оценкам ученых и экспертов, BIM внес один из наиболее значительных вкладов в решение задач структурного проектирования, таких как концептуальное проектирование, расчет конструкций, их систематизация и детализация, включая уменьшение ошибок проектирования, а также снижение прямых затрат на инженерное проектирование и черчение. Это также делает ситуационный анализ более эффективным [6, с. 112]. С помощью BIM можно увидеть общую картину, что позволяет выявить потенциальные недостатки строительства и найти новые оригинальные решения проблем.

## ВЫВОДЫ

В исследовании определены несколько преимуществ и ограничений, которые следует учитывать при применении технологии BIM в области проектирования строительных конструкций. Последние достижения в этой области, подчеркивающие эффективное управление информацией, значительно повысили эффективность поставок материалов, распределения ресурсов и производительности, стимулируя появление все более инновационных способов работы в строительном комплексе.

Инструменты BIM благодаря своим 3D-геометрическим характеристикам позволяют разработать концепцию оптимизированного решения не только благодаря возможности 3D-визуализации, но и наблюдать разрабатываемую структуру в реальном времени. Модель BIM содержит параметрические объекты с несколькими атрибутами, и этот факт позволяет генерировать информацию для получения чертежей и определения точных параметров строительства. Кроме того, при каждом изменении проекта вся информация обновляется, и никаких изменений проводить вручную не требуется. Аналитическая модель может быть связана с моделью BIM, что позволяет проводить комплексный структурный анализ и проектирование. Таким образом, централизованная модель согласуется с результатами расчетов, обеспечивая интероперабельность процессов.

Поскольку интероперабельность является неизбежным шагом, который необходимо предпринять и тщательно проанализировать в проектных отделах, настоящее исследование призвано внести вклад в исследование реализации методологии, чтобы способствовать внедрению BIM в этой конкретной области.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Chi, H.L. BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimisation Processes / H. L. Chi, X. Wang, Y. Jiao // Archives of Computational Methods in Engineering. – 2015. – № 22. – PP. 135–151.

2. Аникин, Д. В. Функциональная модель интероперабельности корпоративного информационного пространства строительных организаций: диссертация кандидата технических наук: 05.02.22 / Д. В. Аникин. – Москва, 2013. – 133 с.

3. Sampaio, A.Z. BIM interoperability analyses in structure design / A. Z. Sampaio, A. M. Gomes // CivilEng. – 2021. – № 2. – PP. 174–192.

4. Волков, А.А. Проблемы существующей системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства и факторы, их определяющие / А.А. Волков, А.Н. Овчинников // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – №5. – с. 38–42.

5. Braun, A. A Concept for Automated Construction Progress Monitoring Using BIM-based Geometric Constraints and Photogrammetric Point Clouds / A. Braun, S. Tuttas, A. Borrmann, U. Stilla // Journal of Information Technology in Construction. – 2015. – № 20. – PP. 68–79.

6. Талапов, В.В. О некоторых принципах, лежащих в основе BIM / В.В. Талапов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2016. – № 4 (688). – С. 108–114.

## REFERENCES

1. Chi, H.L. BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimization Processes / H. L. Chi, X. Wang, Y. Jiao // Archives of Computational Methods in Engineering. – 2015. – No. 22. – RR. 135–151.

2. Anikin, D.V. Functional model of interoperability of the corporate information space of construction organizations: dissertation of a candidate of technical sciences: 05.02.22 / D.V. Anikin. – Moscow, 2013. – 133 p.

3. Sampaio, A.Z. BIM interoperability analyzes in structure design / A. Z. Sampaio, A. M. Gomes // *CivilEng.* – 2021. – No. 2. – RR. 174–192.
4. Volkov, A.A. Problems of the existing life cycle management system of capital construction objects and the factors that determine them / A.A. Volkov, A.N. Ovchinnikov // *Science and business: ways of development.* – 2019. – No. 5. - With. 38–42.
5. Braun, A. A Concept for Automated Construction Progress Monitoring Using BIM-based Geometric Constraints and Photogrammetric Point Clouds / A. Braun, S. Tuttas, A. Borrmann, U. Stilla // *Journal of Information Technology in Construction.* – 2015. – No. 20. – RR. 68–79.
6. Talapov, V.V. About some principles underlying BIM / V.V. Talapov // *News of higher educational institutions. Construction.* – 2016. – No. 4 (688). – pp. 108–114.