

Технологии работы с информацией при моделировании зданий

А.С. Букунов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Аннотация: Строительная отрасль в России консервативна, новые технологии, в том числе информационные, внедряются с трудом. Современные технологии моделирования открывают новые ресурсы в эффективном управлении информационными потоками в строительной отрасли. Общение архитекторов и строителей на уровне информационной модели затруднено: разные системы моделирования имеют свои собственные форматы файлов. Предложены методы объединения различных частей модели в единой среде: единый язык описания, прямые интерфейсы, создание единой платформы. В статье описаны возможности технологии BlockChain при внедрении информационного моделирования зданий.

Ключевые слова: информационное моделирование зданий, BIM-технология, BlockChain, информационная безопасность, единая информационная платформа, технология передачи данных.

Введение

С конца 2014 года в России началось внедрение технологии информационного моделирования зданий (BIM) [1]. Кроме геометрии в создаваемой модели объекта должны быть не только характеристики материалов и процессов, но и любая информация, которая позволит отрасли стать более прозрачной и повысит уровень безопасности при эксплуатации [2]. Технология дает возможность отслеживать в режиме виртуальной реальности работу инженерных систем, позволяет упростить и удешевить как строительство, так и надзор. Но общение проектировщиков и строителей на уровне BIM затруднено: различные системы моделирования обладают собственными форматами файлов [3]. Эффективное управление данными жизненного цикла (ЖЦ) в архитектуре, инженерии, строительстве и управлении объектами остается сложной проблемой [4].

Актуальность и цель исследования

Концепция BIM позволяет решить основные задачи в сфере строительной политики: сократить время проектирования типовых зданий,

повысить прозрачность и эффективность строительства, увеличить масштабируемость и гибкость производственных процессов.

Создание автоматизированных производств и систем управления технологическими процессами повышает качество и эффективность всех звеньев производства в строительной отрасли [5]. Моделирование позволяет решить задачу оптимизации. При оптимизации сложной системы BIM позволяет исследовать систему как единое целое [6]. Создаваемая компьютерная модель строительного проекта – от его бумажной разработки до утилизации здания – вариативна, в нее можно вносить любые изменения и сразу видеть, как они влияют на стройку и эксплуатацию здания. Успешное управление данными направлено на обеспечение взаимодействия между различными приложениями и заинтересованными сторонами.

Данные в модели BIM также могут поддерживать весь производственный процесс, включая заказ материала, логистику на заводе, упаковку, складирование и транспортировку на стройплощадку. Наличие интеллектуальных объектов, параметризация и насыщение модели дополнительной информацией во многих случаях позволяет значительно, возможно, в разы повысить производительность и качество проекта [7]. Создание платформы данных BIM для поддержки четырех систем - системы проектирования и детализации компонентов, системы управления производством, системы управления строительством на месте и системы удаленного мониторинга - в значительной степени улучшает производительность проекта по качеству, скорости и стоимости [8].

Непрерывная информационная поддержка ЖЦ объекта – это актуальная концепция, объединяющая принципы и технологии BIM для здания на всех его стадиях. Она основана на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства) [5]. Информационное моделирование зданий позволяет автоматизировать

различные операции и обеспечивает эффективное взаимодействие между различными участниками проекта (архитекторами, конструкторами, инженерами, заказчиками, поставщиками продукции, эксплуатационным и ремонтным персоналом). Использование информационного моделирования позволяет реализовать централизованное хранение в рамках одного проекта всей информации, подготовленной специалистами различных областей.

Модель включает в себя не только геометрическое представление модели, но и большой объем метаданных, описывающих конструктивные, инженерные или экономические решения в рамках проекта. Данные построения гетерогенных информационных систем типичны для категории BIG DATA ("большие данные"). Они должны храниться постоянно, поэтому их объем продолжает расти по мере реализации проектов и запуска новых. С десятками тысяч таких файлов общий объем данных строительного сектора будет огромным.

Учитывая вышесказанное, областью исследований являются: единая информационная платформа, технологии специализированного информационного и программного обеспечения (ПО) АСУТП, включая базы и банки данных (БД) и методы их взаимодействия и оптимизации в строительной области.

Цель исследовательской работы – анализ и совершенствование технологий передачи, защиты, хранения данных при реализации информационного моделирования зданий. Для формирования системного подхода к внедрению технологий BIM в России необходимо решение следующих задач: предложение способов организации обмена информацией для доставки данных в корректной форме; оценка преимуществ открытых стандартов данных; разбор рисков, связанных с цифровизацией; предложение новых технологий для обеспечения безопасности передачи, хранения, защиты

данных; предложение облачного подхода; анализ вопроса целесообразности применения Blockchain в BIM.

Методы создания информационной платформы

Методом создания единой информационной платформы и решения проблемы взаимосвязи и состыковки программных решений является формализованное описание структур физического, виртуального и цифрового миров на формализованном абстрактном языке, не допускающем двойственных толкований с использованием стандарта IFC (Industry Foundation Classes) [9]. IFC полезен для обмена элементами строительных конструкций между ПО на протяжении всего ЖЦ, позволяет сохранять все свойства объекта, их местоположение и отношения, допускает обмен данными между моделями, созданными в программах разных производителей.

Другой метод — это разработка связок между решениями. Часто это реализуется с помощью API (Application Programming Interface) [10]. Если поставщик ПО обладает компетенцией во всех областях строительства и проектирования, то собственный закрытый формат файлов позволяет обмениваться данными между приложениями, входящими в «единую» линейку, что обеспечивает эффективную координацию.

Open BIM — современный метод, основанный на открытых рабочих процессах, стандартах и форматах для совместного проектирования, строительства и эксплуатации зданий [9]. Открытое взаимодействие требует совместимости процессов, что обеспечивает использование прозрачных протоколов и механизмов интерпретации данных, делающих открытым интерфейс для программного решения. Open BIM отвечает этим требованиям благодаря использованию параллельных структур данных в процессе координирования проектов.

Методы снижения киберрисков при цифровизации строительства

Методом создания единой информационной платформы и решения проблемы взаимосвязи и состыковки программных решений является формализованное описание структур физического, виртуального и цифрового миров на формализованном абстрактном языке, не допускающем двойственных толкований. Для разработки стандарта IFC (Industry Foundation Classes) — открытого файлового формата производителями САПР-систем был образован Международный альянс по интероперабельности (International Alliance for Interoperability, IAI) [9]. IFC полезен для обмена элементами строительных конструкций между ПО на протяжении всего ЖЦ, сохраняет все свойства объекта, их местоположение и отношения, позволяет осуществлять обмен данными между моделями, созданными в программах разных производителей.

Другой метод — это разработка связок между решениями. Часто это реализуется с помощью API (Application Programming Interface). Поставщики ПО стараются сделать связку максимально эффективной для пользователей [10]. Если поставщик ПО обладает компетенцией во всех областях строительства и проектирования, то собственный закрытый формат файла позволяет обмениваться данными между приложениями, входящими в «единую» линейку, что обеспечивает эффективную координацию.

Open BIM — современный метод, основанный на открытых рабочих процессах, стандартах и форматах для совместного проектирования, строительства и эксплуатации зданий [9]. Открытое взаимодействие требует совместимости процессов, что обеспечивает использование прозрачных протоколов и механизмов интерпретации данных, делающих открытым интерфейс для программного решения. Open BIM отвечает этим требованиям благодаря использованию параллельных структур данных в процессе координирования проектов.

Связь цифровизации с киберрисками. Можно выделить два типа уязвимостей. Первый – это «классические» уязвимости, имеющиеся в информационных системах – в Windows, в офисном пакете и т.д. Большинство вредоносных программ эксплуатирует их. Второй тип – уязвимости, содержащиеся в промышленных технологиях. Они могут содержаться в программируемом логическом контроллере, в промышленном протоколе. Достаточно продвинутые программы используют их [11].

Облачные технологии как новые подходы для управления недвижимостью. Развитие облачных технологий даёт возможность использовать новые подходы для управления недвижимостью. В этом случае нет необходимости закупки ПО и единовременных крупных вложений. Когда возникают вопросы по нормативным документам или требуется анализ имеющихся норм, то приложения выигрывают в удобстве обработки информации [12]. Все преимущества облачных приложений доступны и в случае решения для управления эксплуатацией объекта на основе технологии BIM. Это мобильность, экономичность, доступность, технологичность и надежность [13].

Облачные вычисления позволяют использовать новую парадигму распределенного программирования, которая включает в себя две функции – “Map” и “Reduce”. Map означает разделение вычислительных задач на секции и отправку их в распределенные вычислительные узлы, обеспечивающие параллельные вычисления. После завершения этих параллельных вычислений функция Reduce собирает распределенные промежуточные результаты и объединяет их в единый [14]. Эта парадигма MapReduce позволяет превратить централизованную задачу больших вычислений в распределенные параллельные задачи и повышает производительность. Хотя этот процесс может быть менее эффективным по сравнению с более последовательными алгоритмами, MapReduce может быть применен к

большим объёмам данных, которые могут обрабатываться большим количеством серверов. Мы предлагаем использовать облачные технологии и специальное ПО для образования облака, которое объединяет бизнес-сети и ВІМ, а также реализует алгоритмы MapReduce в нескольких ключевых областях информационных приложений строительства.

Подход, интегрирующий ВІМ и бизнес-сети, предлагает интегрированную платформу, которая использует алгоритм MapReduce и поддерживает интеллектуальный анализ данных на основе создания облачного хранилища строительных данных. Предлагается облачная платформа управления ЖЦ сооружения для междисциплинарных работ участников. Подход предоставляет полные данные управления инфраструктурой, в том числе единый механизм хранения данных с помощью обработчика, выработку механизма обработки данных и двухуровневый механизм облачного хранения вместе с новой стратегией распределения данных, основанной на шаблонах запроса данных. Встроенные ВІМ инструменты интегрированы с основным коммерческим ПО ВІМ, таким как Autodesk-файлы. ВІМ файлы различных этапов ЖЦ извлекаются, преобразуются и загружаются в хранилище данных, в котором данные ВІМ рассматриваются как инженерные данные проекта. Платформа управления на основе бизнес-сети предназначена для сбора и обмена информацией о графике строительства, назначении задач и документации во всех совместных организациях в строительных проектах. Такой проект управления данными, которые хранятся в распределенной БД, интегрирован с ВІМ для дальнейшего формирования единого хранилища данных. Рекомендуемая модель может быть использована для строительной отрасли в виде бизнес-сети, а не просто для одного проекта. Предлагаемая структура может быть логически разделена на три части: сервер ВІМ, облачная

платформа для совместной работы и несколько приложений на основе этих двух частей.

В модели MapReduce входные файлы разбиваются на M равных частей, а пользовательская программа разделяет промежуточные данные на R частей с помощью некоторой функции секционирования (например, хэш), предоставляемой библиотекой. Большая часть входных файлов является корректировкой или дополнением данных к уже существующей версии проекта, изменяется только часть моделей проекта или некоторые параметры. Предлагаемая модель состоит из 4 модулей: модуль пре-процесса инженерной части; модуль обработки секций; модуль обработки данных вычислений проектов и модуль планировщика: этот модуль управляет тремя модулями, упомянутыми выше [14]. Ключевая проблема для принятия модели MapReduce заключается в том, где читать ее входные данные и записывать ее выходной результат. Файловая система Google (GFS) не подходит для информационных систем строительства. Разрабатывается единая система хранения, состоящая из реляционной БД, БД NoSQL и хранилища данных.

Инновации на основе децентрализованных протоколов. Быстрым потоком информации через международные границы также необходимо управлять с учетом безопасности. Данные не должны быть перехвачены, потеряны или повреждены. По нашему мнению, наибольшую перспективу в условиях цифровой экономики представляют децентрализованные протоколы (технология Blockchain) и инновации на их основе [15].

Последовательная цепочка блоков, которая содержит зашифрованную информацию, составляет основу Blockchain. «Это распределенная база данных, у которой устройства хранения данных не подключены к общему серверу» [16]. Список упорядоченных записей, называемых блоками и

содержащих метку времени и ссылку на предыдущий блок постепенно увеличивается (рис. 1).

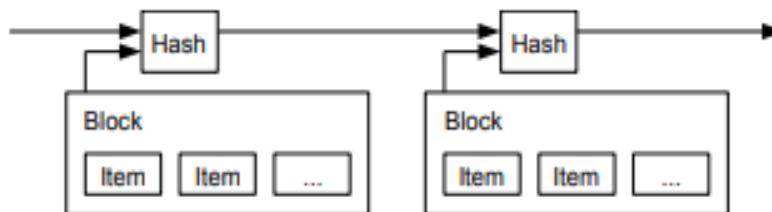


Рис. 1 – Сервер меток времени [15]

Решение основано на сервере меток времени. «Каждая метка включает предыдущую метку в свой хэш, формируя цепочку, в которой следующая метка времени подтверждает предыдущую» [15].

Для BIM актуально, что информация хранится в общей, постоянно обновляемой базе данных. Предлагается создание процессинга (системы по обработке информации при создании модели) на технологии Blockchain. Использование возможно в трех направлениях – для децентрализации, для хранения данных и защиты данных. С точки зрения защиты информации открываются большие возможности, поскольку цепь блоков практически не поддается взлому. Хакерская атака направлена на проникновение в систему через «слабое звено». Вредоносная программа локально уничтожает или производит замену ПО. В случае с Blockchain блоки имеют огромные размеры, а периметр не ограничен [15].

Необходима разработка краткой и четкой спецификации BIM для Blockchain с целью определения информации, нужной для того, чтобы она соответствовала требованиям строительной отрасли и Blockchain-инструментам.

Заключение

В ходе проведенных исследований:

1. Сформулирована новая парадигма проектировщиков, строителей и пользователей сооружений – общение с помощью модели, с использованием имеющейся в модели информации, хранящейся в файлах, которые часто обладают несовместимыми форматами. Предложены три способа решения проблемы: единый язык описания IFC, прямые интерфейсы API, создание единой платформы.

2. Предложен подход, интегрирующий BIM и бизнес-сети. Он предлагает интегрированную платформу, которая использует алгоритм MapReduce и поддерживает интеллектуальный анализ данных на основе создания облачного хранилища строительных данных.

3. Предложена к интеграции с BIM технология Blockchain основанная на пакетной (блочной) передаче данных без возможности вернуть транзакцию назад; шифровании, обеспечивающем анонимность и сложность подделки, и отсутствии третьей стороны (регулятора). Это актуально при взаимодействии большого количества независимых участников – инженеров, строителей, архитекторов, сметчиков, поставщиков.

На сегодняшний день уже разработаны 7 ГОСТов и 4 российских свода правил в области BIM в строительстве, определяющие принципы применения технологии.

Литература

1. Куприяновский В., Синягов С., Добрынин А. BIM - Цифровая экономика. Как добиться успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 2: Цифровая экономика. Международный журнал открытых информационных технологий ISSN: 2307-8162 том 4, № 3, 2016. С. 9-19.

2. Добрынин А., Черных К., Куприянов В., Куприяновский П., Синягов С. Цифровая экономика - различные пути эффективного использования технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA, и др.).



Международный журнал открытых информационных технологий ISSN: 2307-8162 том 4, № 1, 2016. С. 4-11.

3. Green BIM. How information modeling of buildings contributes to environmental design and construction. - McGraw-Hill Construction, 2010.

4. Cheng J. and Lu Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. ITcon. 2015. Vol. 20, pp. 442–478. URL: itcon.org/papers/2015_27.content.01088.pdf.

5. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. Second edition. NJ: Wiley. 2011. 626 p.

6. Боргоякова Т.Г., Лозицкая Е.В. Системный анализ и математическое моделирование // Инженерный вестник Дона, 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763.

7. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // Инженерный вестник Дона, 2017. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.

8. Доможирова Е.А., Степанова Ю.С., Винидиктова М.Е. Преимущества BIM технологий на примере китайского опыта // Инженерный вестник Дона, 2019. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5800.

9. A Forum for BIM Collaboration URL: buildingsmart.fi/en/common-bim-requirements-2012.

10. Букунов А.С., Букунова О.В. Обмен информацией в единой системе при создании BIM. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы II Международной конференции, СПбГАСУ. СПб. 2019. С. 46-52.

11. The threat landscape for industrial automation systems. The second half of 2016, Kaspersky LAB ICS CERT. 2016. pp. 1-22 URL: fthub.kaspersky.com/ics-

sert-test/2017/03/28/threat-landscape-for-industrial-automation-systems-in-the-second-half-of-2016.

12. Александровский В.Г. Мобильные технологии в строительстве. Программное обеспечение на платформе Android. Часть 1 // Инженерный вестник Дона, 2019. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5874.

13. Zekavat P., Bernold L. Automated Field Level Communication Synergizing BIM, ITC 2012 Proceedings of 2012 Australasian Conference on Innovative Technologies in Construction, Wuhan. China. 6-7 December 2012. pp.88-92 URL: studylib.net/doc/18613451/innovative-technologies-in-construction.

14. Zhang S., Wang Y., Jiao Y., Li Y. and Yang B. A cloud collaboration framework for architecture, engineering, construction, and Facility Management Supporting BIM+AR and Data Mining, ITC 2012 Proceedings of 2012 Australasian Conference on Innovative Technologies in Construction, Wuhan, China. 6-7 December 2012. pp. 97-102. URL: studylib.net/doc/18613451/innovative-technologies-in-construction.

15. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. pp. 1-9.

16. Букунов А.С., Букунова О.В. Интеграция технологий блокчейн и информационного моделирования объектов недвижимости. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции, СПбГАСУ. СПб. 2018. С. 45-51.

References

1. Kupriyanovskij V., Sinyagov S., Dobrynin A. Mezhdunarodnyj zhurnal otkrytykh informatsionnykh tekhnologij: ISSN: 2307-8162, 2016. Т. 4. № 3. pp. 9-19



2. Dobrynin A., Chernykh K., Kupriyanov V., Kupriyanovskij P., Sinyagov S. Mezhdunarodnyj zhurnal otkrytykh informatcionnykh tekhnologij: ISSN: 2307-8162, 2016. T. 4. № 1. pp.4-11.
 3. Green BIM. How information modeling of buildings contributes to environmental design and construction. McGraw-Hill Construction, 2010.
 4. Cheng J. and Lu Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. ITcon. 2015. Vol. 20, pp. 442–478. URL: itcon.org/papers/2015_27.content.01088.pdf.
 5. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. Second edition. NJ: Wiley. 2011. 626 p.
 6. Borgoyakova T.G., Lozitskaya E.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4763.
 7. Petrov K.S., Kuz'mina V.A., Fedorova K.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.
 8. Domozhirova E.A., Stepanova, Yu. S., Vinidiktova, M.E. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2019. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5800.
 9. A Forum for BIM Collaboration URL: buildingsmart.fi/en/common-bim-requirements-2012.
 10. Bukunov A.S., Bukunova O.V. Obmen informatsiej v edinoj sisteme pri sozdanii BIM [Exchange of information in a single system when creating BIM]. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy II Mezhdunarodnoj konferentsii, SPbGASU. S-Pb., 2019. pp. 46-52
 11. The threat landscape for industrial automation systems. The second half of 2016, Kaspersky LAB ICS CERT. 2016. pp. 1-22 URL: fthub.kaspersky.com/ics-cert-test/2017/03/28/threat-landscape-for-industrial-automation-systems-in-the-second-half-of-2016.
 12. Aleksandrovskij V.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2019. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5874.
-



13. Zekavat P., Bernold L. Automated Field Level Communication Synergizing BIM, ITC 2012 Proceedings of 2012 Australasian Conference on Innovative Technologies in Construction, Wuhan. China. 6-7 December 2012. 88-92 pp URL: studylib.net/doc/18613451/innovative-technologies-in-construction.

14. Zhang S., Wang Y., Jiao Y., Li Y. and Yang B. A cloud collaboration framework for architecture, engineering, construction, and Facility Management Supporting BIM+AR and Data Mining, ITC 2012 Proceedings of 2012 Australasian Conference on Innovative Technologies in Construction, Wuhan, China. 6-7 December 2012. pp. 97-102. URL: studylib.net/doc/18613451/innovative-technologies-in-construction.

15. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. pp. 1-9.

16. Bukunov A.S., Bukunova O.V. Integratsiya tekhnologij blokchein i informatsionnogo modelirovaniya ob`ektov nedvizhimosti [Integration of blockchain technologies and information modeling of real estate objects]. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, SPbGASU. S-Pb., 2018. 45-51 pp.