

Научная статья

Original article

УДК 69



**РОЛЬ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**THE ROLE OF BIM TECHNOLOGIES IN ASSESSING THE TECHNICAL
CONDITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

Илья Валерьевич Соргутов, Доцент, Кафедра строительных технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Пермский государственный аграрно-технологический университет им. Акад. Д.Н. Прянишникова

Ilya Valeryevich Sorgutov, Associate Professor, Department of Construction Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov

Аннотация: В статье рассмотрена роль BIM-технологий в проведении оценки технического состояния зданий и сооружений. Автор отмечает, что оценка состояния здания требует интеграции различных типов данных, таких как характеристики здания, свойства элементов или систем и пр. Однако из-за проблем совместимости процесс передачи данных выполняется вручную, что требует значительного времени и усилий. Чтобы решить эту проблему, целесообразно интегрировать модели оценки рисков состояния здания на платформе BIM.

Решение проблемы функциональной совместимости позволит использовать инструмент BIM в качестве хранилища данных для автоматизации процесса передачи данных и повышения его согласованности и надежности. Это также позволит BIM стать более эффективным инструментом для визуализации условий строительства и анализа причинно-следственных связей.

Abstract: The article discusses the role of BIM technologies in assessing the technical condition of buildings and structures. The author notes that the assessment of the condition of the building requires the integration of various types of data, such as building characteristics, properties of elements or systems, etc. However, due to compatibility problems, the data transfer process is performed manually, which requires considerable time and effort. To solve this problem, it is advisable to integrate building condition risk assessment models on the BIM platform.

Solving the problem of interoperability will allow using the BIM tool as a data warehouse to automate the data transfer process and increase its consistency and reliability. It will also allow BIM to become a more effective tool for visualizing construction conditions and analyzing cause-and-effect relationships.

Ключевые слова: BIM-технологии, техническое состояние зданий и сооружений, мониторинг, оценка.

Keywords: BIM technologies, technical condition of buildings and structures, monitoring, evaluation.

В жизненном цикле проекта этапы эксплуатации и технического обслуживания так же важны, как и планирование и строительство самого проекта. По сравнению с другими этапами самые высокие затраты возникают на этапе эксплуатации и технического обслуживания (О&М), что свидетельствует о важности деятельности по управлению объектами (УО). В широком контексте УО основным видом деятельности обычно признается техническое обслуживание зданий, поскольку более 65 % общей стоимости УО приходится на управление эксплуатацией объектов[4].

Здания, как правило, приходят в негодность, если за ними не ухаживают должным образом. Отсутствие плана профилактического ремонта и естественное старение здания ускоряет деградацию существующих зданий. Применение мероприятий по техническому обслуживанию необходимо для предотвращения дефектов и выхода из строя строительных элементов, а также для увеличения срока службы материалов. Система оценки состояния используется в первую очередь для облегчения ранжирования всех элементов актива в соответствии с объемом необходимого ремонта, который выявляется во время осмотра, и для получения последовательной, актуальной и полезной информации [1].

Информационное моделирование зданий (BIM) может быть частью общей системной архитектуры для решения проблем надежности информации для операций по техническому обслуживанию и помощи лицам, принимающим решения, в решении проблем, связанных с техническим обслуживанием зданий. BIM – это подход к проектированию, строительству и управлению объектами, при котором цифровое представление строительного процесса используется для облегчения обмена и взаимодействия информации в цифровом формате.

BIM, интегрированный с системой поддержки принятия решений (СППР), может представлять собой мощную методологию для поддержки выбора действий по стратегическому управлению[2].

СППР можно использовать для принятия решений на ранней стадии разработки проекта и на этапе эксплуатации и технического обслуживания. Первый помогает проектировщикам определить несколько технических и коммерческих вариантов, которые соответствуют заранее определенным спецификациям, а последний помогает управляющим объектами оптимизировать методы эксплуатации зданий.

Для поддержки принятия решений по оценке состояния здания приоритезация действий по техническому обслуживанию основана на использовании ключевых показателей эффективности (KPI) и инструмента

поддержки. На этапе эксплуатации и технического обслуживания существующие исследования использовали вероятностные модели для принятия решений по улучшению состояния здания [3].

В литературе имеется ряд моделей, которые позволяют применять BIM для поддержки принятия решений в строительстве. Так, одна группа авторов создала вероятностную модель, которая учится на отзывах пользователей и со временем адаптируется к конкретным предпочтениям пользователей для анализа состояния здания.

Другая группа авторов разработала вероятностную модель, основанную на всестороннем обзоре методов обнаружения и диагностики неисправностей вентиляционных установок (АНУ) [1].

Третья группа авторов представила байесовский метод для вероятностной категоризации и прогнозирования тепловых предпочтений жильцов в офисных зданиях, чтобы обеспечить прогнозирование персонализированных профилей тепловых предпочтений. Кроме того, представлена модель оценки состояния здания с помощью метода байесовской сети (БС).

BuildingSMART, всемирная отраслевая организация, разработала стандартный формат данных – отраслевые базовые классы (IFC). Модель данных IFC предназначена для описания данных об архитектуре, строительстве и строительной отрасли и в основном использовалась в качестве схемы обмена данными между BIM и другими системами, такими как компьютеризированные системы управления техническим обслуживанием (CMMS) и управление электрическими приборами (EIC) [2].

Обмен информацией о строительных операциях (COBie), подмножество данных IFC, является международным стандартом для обмена данными от этапа проектирования до этапа эксплуатации и обслуживания с использованием официальной электронной таблицы. Версия COBie для определения представления модели передачи обслуживания FM (MVD), представляет собой MVD, поставляемое в формате файла, который можно просматривать и

редактировать в Microsoft Office Excel. Однако он позволяет хранить большой объем разного рода данных, что приводит к перегрузке. Соответственно, COBie необходимо настроить для получения информации об объекте в качестве средства управления зданием.

Усилия по обеспечению совместимости BIM для эксплуатации и технического обслуживания были предприняты многими исследователями. Исследователи разработали структуру, используя семантическую веб-технологии для хранения информации об обслуживании и данных BIM с использованием COBie.

Другая группа авторов определила требования к информации FM со ссылкой на Руководство по доставке информации (IDM) и разработали интегрированную систему, управляемую данными, на основе технологий BIM и IoT для профилактического обслуживания строительных объектов с использованием COBie и расширения IFC [1].

Чтобы улучшить процесс принятия решений в FM, была предложена система автоматизированного планирования заказов на техническое обслуживание на основе программного обеспечения BIM и FM с использованием COBie и расширения IFC. Была разработана структура для решения проблемы функциональной совместимости путем сопоставления IFC с реляционной базой данных для обслуживания и управления производительностью.

Другие исследователи разрабатывали приложения на основе BIM, интегрируя различные системы для выполнения анализа ремонтпригодности, локализации помещений, моделирования и анализа аварийных ситуаций при пожаре, обнаружение и диагностика неисправностей, оценка устойчивости, а также моделирование и прогноз энергопотребления [2].

Разнообразие доступных стандартов и технологий (например, протоколов автоматизации зданий, таких как BACnet, Modbus, ZigBee и C-Bus) является одной из проблем функциональной совместимости BIM–O&M. Следовательно, многие исследователи сосредоточились на системных подходах для решения

Международный журнал прикладных наук и технологий “Integral”

конкретной проблемы функциональной совместимости между BIM и программными системами, стандартами или протоколами на этапе эксплуатации и обслуживания. Системные подходы предлагают систематическую архитектуру для интеграции данных. Такие подходы в полной мере используют открытые библиотеки, компоненты и коммерческие программные инструменты, а также реализуют архитектуру интеграции данных.

Еще одна группа авторов разработала системную архитектуру для сбора данных и знаний о деятельности по техническому обслуживанию зданий во время и после их выполнения. Также была представлена системная архитектура для интеграции BIM со штрих-кодами и метками радиочастотной идентификации (RFID) для обеспечения своевременного доступа к данным и предложена архитектура системы для извлечения данных из системы автоматизации зданий (BAS) и включения их в BIM с использованием связанной структуры данных.

Что касается визуализации, то отдельные авторы интегрировали функции внутренней 3D-навигации на основе BIM с предлагаемыми системами управления чрезвычайными ситуациями, а также использовали визуализацию цветовой схемы в BIM для визуализации данных, связанных с системами управления энергопотреблением, для отражения информации о потреблении энергии в зависимости от времени.

Если рассматривать работы по техническому обслуживанию, то можно отметить, что некоторые исследователи использовали 3D-визуализацию BIM для определения местоположения компонентов здания и устранения неполадок в предлагаемых системах технического обслуживания [4].

С целью оценки общего состояния здания была разработана модель BN, которая была создана с использованием причинно-следственных связей между неопределенными элементами, влияющими на состояние здания. Состояние элементов и систем здания оценивалось как высокое, среднее и низкое. Например, термин «высокое состояние» относится к оборудованию,

которое находится в хорошем рабочем состоянии и может быть использовано с максимальным потенциалом по назначению. В модели могут быть визуализированы иерархические уровни, которые включают в себя все общестроительные и архитектурные элементы, а также инженерные системы (механические, электрические и водопроводные).

Модель была разделена на строительные элементы и системы. Элементы здания были классифицированы как: 1) конструкция, 2) фасад, 3) кровля, 4) пол, 5) внутренние перегородки и 6) двери/окна. Системы здания также были определены следующим образом: 1) электрические системы, 2) водопроводные системы, 3) системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, 4) лифты и 5) противопожарные системы.

Переменные, влияющие на работу элементов и систем здания, были классифицированы как: ошибки проектирования и строительства; политика эксплуатации и обслуживания зданий; дефекты строительных элементов и систем; агенты окружающей среды; и свойства здания, включая возраст, тип элементов, а также запланированы ли действия по профилактическому обслуживанию. Погодные условия, окружающая среда, опасность природных катастроф и геологические условия являются примерами агентов окружающей среды [4].

Таким образом, включение функциональной совместимости между BIM и моделью BN позволяет автоматически преобразовывать данные в соответствующий формат для запуска модели BN. Автоматизация передачи данных позволяет воспользоваться преимуществом модели BN. Модель данных может быть применена к любой типологии зданий и очень актуальна, поскольку ее применение позволяет полуавтоматически оценивать состояние здания.

Список литературы

1. Деменев А.В., Артамонов А.С. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений // Вестник евразийской науки. 2015. №3 (28).

2. Сунцов А.С., Симченко О.Л., Толкачев Ю.А., Чазов Е.Л., Самигуллина Д.Р. Анализ зрелости BIM-решений как инструмента обеспечения жизненного цикла здания // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2020. №3.
3. X. Gao, P. Pishdad-Bozorgi BIM-enabled facilities operation and maintenance: a review Adv. Eng. Inform., 39 (2019), pp. 227-247
4. B. Dong, Z. O'Neill, Z. Li A BIM-enabled information infrastructure for building energy fault detection and diagnostics Autom. Constr., 44 (2014), pp. 197-211

List of literature

1. Demenev A.V., Artamonov A.S. Information modeling in the operation of buildings and structures // Bulletin of Eurasian Science. 2015. №3 (28).
2. Suntsov A.S., O Simchenko.L., Tolmachev Yu.A., E Chazov.L., Samigullina D.R. Analysis of the maturity of Bim solutions as a tool for ensuring the life cycle of a building // Bulletin of PNRPU. Construction and architecture. 2020. №3.
3. H. Gao, P. Pishdad-Bozorgi Operation and maintenance of BIM-enabled facilities: an overview Adv. eng. Inform., 39 (2019), pp. 227-247
4. B. Dong, Z. Oni, Z. Li BIM-enabled information infrastructure for automatic detection and diagnostics of energy failures of buildings. Constr., 44 (2014), pp. 197-211

© И.В. Соргутов, 2021 *Международный журнал прикладных науки и технологий "Integral" №1/2022.*

Для цитирования: И.В. Соргутов Роль BIM-технологий в проведении оценки технического состояния зданий и сооружений// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №1/2022