

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-34-45

Кузнецов С.В., *Князева Н.В.*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»**E-mail: Nknyazeva@mgsu.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В настоящее время происходит активное развитие цифровых технологий в строительной сфере. Одним из основных направлений цифровизации строительства является применение технологий информационного моделирования (ТИМ) на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений. Принцип использования данной технологии заключается в комплексной обработке геометрической и атрибутивной информации об объекте и его элементах и ее применении для решения проектных, строительных и эксплуатационных задач.

Несмотря на заметное отставание темпов внедрения ТИМ на этапе эксплуатации, можно проследить растущий интерес владельцев активов к возможностям снижения трудоемкости и повышения эффективности обслуживания зданий посредством организации централизованного хранилища актуальной и достоверной информации об объекте на базе информационной модели.

В данной статье рассмотрено одно из направлений применения информационной модели для решения задач технического обслуживания и ремонта, в частности, оперативного формирования актов дефектов и ведомостей необходимых материально-технических средств, предназначенных для текущего ремонта. Традиционный подход к работе с этими документами связан с многократным вводом повторяющейся информации в системы учета данных, а порой с рукописными формами и отсутствием возможности одновременной работы всех участников над документацией.

Предлагаемый подход ведения отчетности в электронном виде даст возможность снижения объема рутинной работы специалистов службы эксплуатации и исключит ошибки, связанные с человеческим фактором при подготовке отчетов.

Ключевые слова: эксплуатация зданий и сооружений, управление активом, эксплуатационная информационная модель, техническое обслуживание и ремонт.

Введение. Согласно разработанной Правительством РФ Программе «Цифровая экономика Российской Федерации», стратегическими целями развития государства является преобразование приоритетных экономических отраслей «посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений». В строительной отрасли в последние годы все активнее внедряется многокритериальный метод оптимизации процесса строительства с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ) [1]. Цифровая информационная модель здания предназначена для сбора и обеспечения участников инвестиционно-строительной деятельности структурированной и мгновенно актуализируемой информацией об объекте на протяжении всего жизненного цикла.

Применение цифровых технологий в виде информационных систем, платформ и модульных программных разработок при проектировании зданий и сооружений существенно повышает экономическую эффективность организаций [2]. Атрибутивная наполняемость модели открывает перед проектировщиками все новые возможности по управлению инженерными данными, а совместная работа смежных разделов в единой среде значительно уменьшает количество

пространственных, временных и логических коллизий, что приводит к экономии трудозатрат и финансов на стадии производства работ. Информационные проектные модели формируют новый тип актуальной базы данных, доступ к которой инженеры, исполнители и руководители могут получить в любой момент времени работы над объектом. Общая среда данных такого рода может объединять в себе все стадии жизненного цикла на разных уровнях взаимодействия между участниками инвестиционно-строительной деятельности.

Однако, несмотря на множество преимуществ, применения подобной технологии, широкое распространение информационное моделирование получило в основном на этапе проектирования. Стадия эксплуатации объекта все еще является достаточно консервативной, что значительно замедляет процесс комплексной цифровизации данного ответвления отрасли. Это связано с рядом проблем, возникающих на начальных этапах внедрения информационных технологий в организациях на различных уровнях.

Одной из причин отказа от применения технологий информационного моделирования при обслуживании зданий и сооружений является трудоемкость процесса оцифровки необходимой

документации, ежедневно используемой эксплуатирующими организациями, которая влечет за собой временные потери на поиск, сбор и сортировку обрабатываемой информации. На этом этапе также могут вскрыться такие организационные проблемы, как низкий уровень ведения архивной базы данных на местах и, как следствие, неполнота документальной основы, отсутствие систематизации и четкой алгоритмизации ведущих процессов управления, отклонения при принятии решений от прописанных требований в регламентах и другие нарушения, возникающие ввиду разрозненности хранения информации об активе.

Также остро встает вопрос о компетенции персонала, который будет непосредственно пользоваться разрабатываемыми системами. Говоря о сфере обслуживания зданий и сооружений, важно помнить об упомянутой выше консервативности рассматриваемой структуры и вероятной незаинтересованности исполнителей в развитии цифровизации на местах. В данной постановке вопроса важна позиция руководящего состава и их видение развития организации в условиях постепенной трансформации отрасли в целом. Так, наличие в организации сотрудника с необходимым уровнем навыков применения технологий информационного моделирования позволит уменьшить число специалистов, привлекаемых к выполнению производственного задания. Разумное и уместное сокращение числа персонала приведет к увеличению заработной платы специалистам, что, в свою очередь, несомненно, повысит спрос на вакантные места.

Недостаток в комплексных решениях по управлению данными и обеспечению нормативного уровня их валидации при эксплуатации объекта, представленных на отечественном рынке информационных систем, понижает интерес владельцев активов и обслуживающих организаций к внедрению ТИМ. Взгляд разработчиков в основном устремлен на этап проектирования, где более заметна востребованность отрасли в развивающемся программном обеспечении. С этим связано отсутствие большого выбора, как среди готовых единых платформенных систем, так и среди универсальных модульных расширений программного обеспечения. Стоит отметить, что при дальнейшем развитии такой ситуации, будет значительно снижаться степень интероперабельности на организационном уровне, а соответственно замедлятся темпы цифровизации всей отрасли.

Не смотря на все сложности внедрения информационных систем на начальном этапе, в долгосрочной перспективе интегрированная в единое цифровое пространство эксплуатационная

модель позволяет автоматизировать множество процессов, связанных с управлением активом и анализом обрабатываемых инженерных данных. Улучшение качества обслуживания за счет применения технологий информационного моделирования повышает конкурентоспособность организации на рынке и оптимизирует стоимость эксплуатации для владельца актива.

Положительный эффект использования, например, интеграции EAM-систем (Enterprise Asset Management System – Система управления основными фондами) с ТИМ зависит от уровня проработки и детализации эксплуатационной модели.

Важно помнить, что процесс наполняемости эксплуатационной информационной модели существенно зависит от объема и качества, сформированной исполнительной документации, а также, в случае наличия цифрового потока на объекте, проектной и строительной моделей объекта. Хорошо продуманный подход сбора и обработки информации на стадии эксплуатации позволяет существенно сократить потребляемые временные и экономические ресурсы [3].

Существует множество методов формирования информационных эксплуатационных моделей здания [4]. Рассмотрим метод прямого последовательного переноса данных от этапа к этапу. Корректно сформированная исполнительная информационная модель построенного здания является своего рода уникальной базой данных об объекте обслуживания, поскольку вмещает в себя всю необходимую информацию, включая объемы и характеристики используемых материалов, их поставщиков, ответственных исполнителей, паспорта оборудования и регистрационные номера отчетных документов по проведенным работам [5]. Оптимизируя процессы обмена, обработки и хранения данного типа информации, можно в значительной степени изменить подход к управлению эксплуатируемого актива за счет частичной, а в дальнейшем и комплексной цифровизации рассматриваемой области.

По мнению многих авторов, исследовавших данный вопрос [6–11], цифровизация этапа эксплуатации является достаточно перспективным направлением. Реализация потенциала актива в строительной сфере имеет наибольшую продолжительность по сравнению с предшествующими стадиями жизненного цикла. Это обуславливает целесообразность вложения средств в формирование структурированного управления объектом и понятной внутренней организации данных о здании или сооружении [12–14].

При обслуживании жилых, производственных, общественных и иных типов объектов важ-

ную роль играет быстрота и качество реагирования эксплуатирующих организаций на возникающие технические и технологические проблемы [15]. Учитывая большой поток информации, получаемый при проведении запланированных

осмотров, капитальных ремонтов и обработке ежедневных заявок важно четко и вовремя фиксировать дефекты несущих конструкций и отделочных материалов, неисправность имеющегося оборудования и инженерных систем [16].

УТВЕРЖДАЮ

 «_» _____ 20_ г.

ДЕФЕКТНАЯ ВЕДОМОСТЬ

по капитальному ремонту _____
 (наименование работ)
 по адресу _____
 (наименование муниципального района, населенного пункта, улицы, № дома, корпуса)

Длина дома м
 Ширина дома м
 Общая площадь дома м²
 Высота дома м
 Объем дома м³
 Количество этажей шт
 Количество подъездов шт
 Количество этажей в подъездах шт
 для капитального ремонта инженерных систем:
 Высота этажа м
 Высота техэтажа м
 Высота межэтажного перекрытия м
 Высота подвального помещения м
 Высота перекрытия над подвальным помещением м
 для капитального ремонта системы теплоснабжения:
 Количество 1, 2-х, 3-х комнатных квартир шт

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Количество

Составил:

_____ (дата) _____ (должность) _____ (подпись) _____ (фамилия, имя, отчество)

Контактный телефон:

Проверил:

_____ (дата) _____ (должность) _____ (подпись) _____ (фамилия, имя, отчество)

а)

Акт технического состояния многоквартирного дома

г. [место] _____ [число, месяц, год]

Комиссия в составе представителей собственников помещений многоквартирного дома [Ф. И. О.] и председателя специализированной организации - Исполнителя [должность, Ф. И. О.] произвела обследование многоквартирного дома [адрес] и установила следующее:

1. Состав общего имущества

- Год постройки: [значение]
- Материал стен: [вписать нужное]
- Число этажей: [значение]
- Количество подъездов: [значение]
- Наличие подвала или полуподвала: [кв. м]
- Мансарда: [кв. м]
- Стоимость строения (восстановительная): [тыс. руб.]
- Износ: [тыс. руб.], или [значение] %
- Общая площадь помещений: [кв. м]
- В том числе жилья: [кв. м]
- Количество квартир: [значение], комнат: [значение]
- Количество собственников жилых помещений: [значение]
- Количество нанимателей жилых помещений: [значение]
- Торговые помещения: [кв. м], производственные: [кв. м]
- Учреждения: [кв. м], склады: [кв. м]
- Гаражи: [кв. м], встроенные: [кв. м]
- Прочие: [кв. м]
- Подсобные постройки: [перечислить]

2. Конструкции (результат осмотра)

Наименование элементов общего имущества	Оценка технического состояния или краткое описание дефекта и причины его возникновения	Решение о принятии мер (капитальный или текущий ремонт)
Кровля		
Фасад		
Инженерное оборудование		
Фундаменты		

Инженерное оборудование		
Радиаторы		
Горячее водоснабжение		
Приборы		
Бойлеры		
Наличие транзитных трасс		
Водопровод		
Наличие повысительных насосов		
Канализация		
Приборы		
Наличие внутридомовой ливневой канализации		
Электрооборудование		
Осветительные точки		
Электродвигатели		
Лифты		
...		

Строение находится в [вписать нужное] состоянии и/или нуждается в [вписать нужное].

Исполнитель
 [Ф. И. О., подпись]

Ф. И. О. собственника жилого помещения,
 действующего от имени всех собственников помещений в многоквартирном доме
 [Ф. И. О., подпись]

б)

Рис. 1. Примеры форм первичных учетных документов:

а) дефектная ведомость; б) акт технического состояния многоквартирного дома

Еще одной особенностью проведения работ при обслуживании зданий и сооружений является внушительный объем документации, сопровождающей производственные процессы на протяжении всего периода эксплуатации актива [17]. При рассмотрении задач технического обслуживания и ремонта, согласно п. 18 СП 255.1325800.2016, можно выделить несколько основных форм документации (см. рис. 1), необходимых для формирования и дальнейшей передачи в работу специалистам, осуществляющим подготовку и организацию текущего и капитального ремонтов:

- акт технического осмотра объекта;
- акт технического состояния здания (конструктивного элемента);
- ведомость затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- дефектная ведомость по текущему/капитальному ремонту.

Представленный формат отчетной документации наглядно отражает объем информации и помогает предварительно оценить количество рабочего времени, которое необходимо специалистам для заполнения, сортирования, согласования и регистрации актов и ведомостей. При этом уровень требуемой скорости реагирования и качества оказываемых услуг должен только возрастать. Автоматизация процессов данного типа, несомненно, повысит качественные и количественные показатели организации при обслуживании зданий и сооружений.

Материалы и методы. Программными комплексами для формирования и проработки эксплуатационной модели могут быть выбраны любые системы, поддерживающие технологии информационного моделирования и позволяющие обеспечить выгрузку специфицированных данных в табличном виде. Одним из примеров такого программного обеспечения является продукт Autodesk Revit. Разрабатываемый модуль отчетности привязывается к существующим информационным системам управления инженерными данными и использует среду общих данных (СОД) применяемой на платформе организации.

Основная часть. Для осуществления комплексного подхода цифровизации строительной отрасли организации нередко внедряют в свою деятельность такой инструмент, как системы управления инженерными данными (СУИД). Данные информационные платформы позволяют пользователям оптимизировать процесс обмена, обработки, анализа и хранения информации, аккумулируют имеющуюся рабочую документацию в единые серверные базы данных, а также

существенно уменьшают вероятность потери инженерных данных на всем протяжении выполнения проекта.

Консолидация информационной модели и системы управления информацией об объекте открывает новые возможности перед пользователями. На платформах с таким типом функциональных зависимостей реализуется концептуально новый подход сбора и обработки данных о проекте. Вся актуальная информация вносится в атрибутивную часть информационной модели, после чего она может быть использована для передачи в смежные проектные отделы, для формирования отчетной документации, для обновления и представления базы данных (рис. 2).

Архитектура предлагаемой ЕАМ-системы имеет модульную структуру, сформированную по предлагаемым специалистам функциональным возможностям (рис. 3). Каждый условный модуль предоставляет пользователю дополнительные наборы инструментов по обработке инженерных данных, получаемых из атрибутов эксплуатационной информационной модели. Наряду с базовыми возможностями использования системы, такими как электронный документооборот и архив, фиксация заявок, управление кадрами и финансами, на разрабатываемой платформе предлагается применение модулей отчетности (регистрации результатов работы исполнителей по техническому обслуживанию здания, согласование внутренней и исходящей документации, оформление и заключение договоров на поставку материалов и оборудования), планирования и управления складскими запасами (контроль имеющегося оборудования на местах), а также SCADA-система (контроль технического состояния оборудования инженерных систем при помощи системы датчиков, интегрированных в информационную модель для определения месторасположения механизмов и их идентификации без привлечения сторонней документации) и инструменты по составлению динамических ВІ-отчетов, необходимых для проведения углубленного анализа состояния здания, обнаружения проблемных зон в организации и управлении обслуживанием объекта.

Исходя из описанных выше возможностей, становится понятна необходимость внедрения ТИМ в организациях обслуживания и управления активом на этапе эксплуатации зданий и сооружений. Принимая во внимание продолжительность рассматриваемой стадии жизненного цикла, необходимость прозрачности внутренних процессов и защищенности данных, при разработке информационных платформ для обслуживающих организаций нужно делать упор на авто-

матризации формирования подотчетной документации, снижение трудозатрат при регистрации

данных, фиксацию промежуточных и итоговых результатов деятельности специалистов.

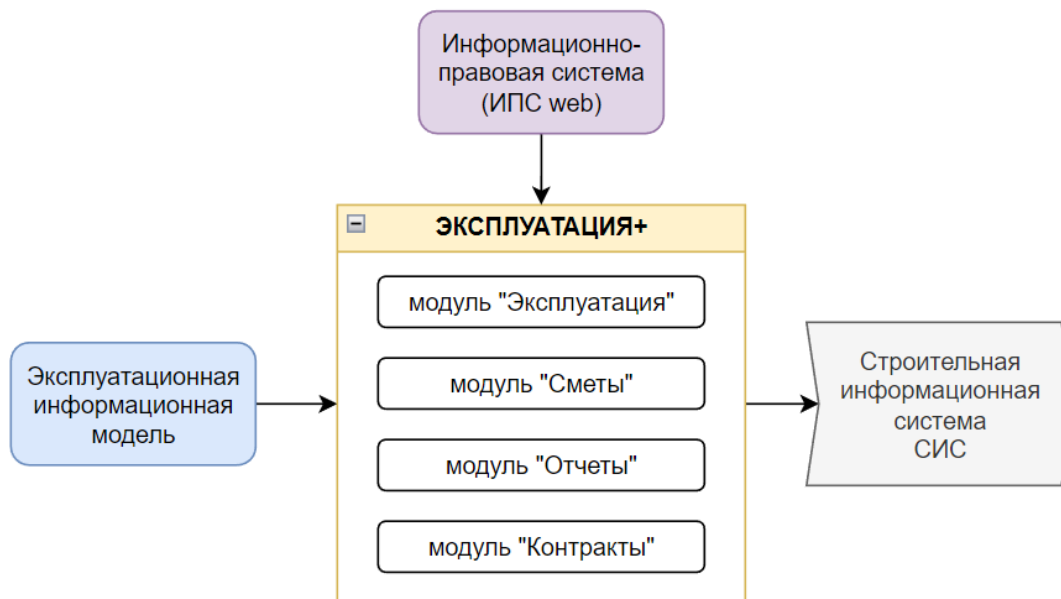


Рис. 2. Концепция информационной платформы

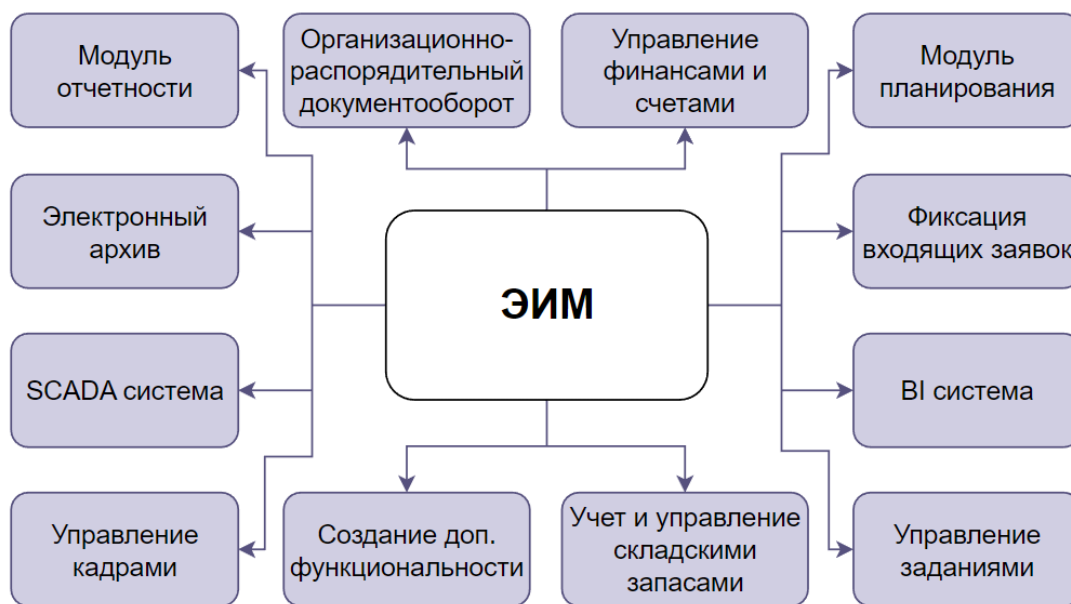


Рис. 3. Функциональные модули системы

Проанализировав представленные особенности при обслуживании зданий и сооружений и имеющийся отечественный и зарубежный опыт в смежных сферах деятельности, можно предположить, что использование эксплуатационной информационной модели в связке с модулем регистрации результатов работы специалистов по эксплуатации в системе управления инженерными данными в значительной степени облегчит процесс подготовки и осуществления работ текущего обслуживания и ремонта.

С этой целью был проработан подход интеграции информационной модели и модуля автоматического формирования отчетов техниче-

ского обслуживания и ремонтов (ТОиР) в информационной среде (рис. 4, 5). Его особенностью является возможность оптимизации трудозатрат сотрудников, повышения прозрачности процесса и снижение ошибок при подсчетах планируемых работ.

При помощи предложенного подхода реализуется процесс автоматического сбора и обработки геометрической и атрибутивной информации с указанием качественных и количественных характеристик дефектов, расходных материалов и объемов проводимых работ в модели с последующим формированием отчетной документации.

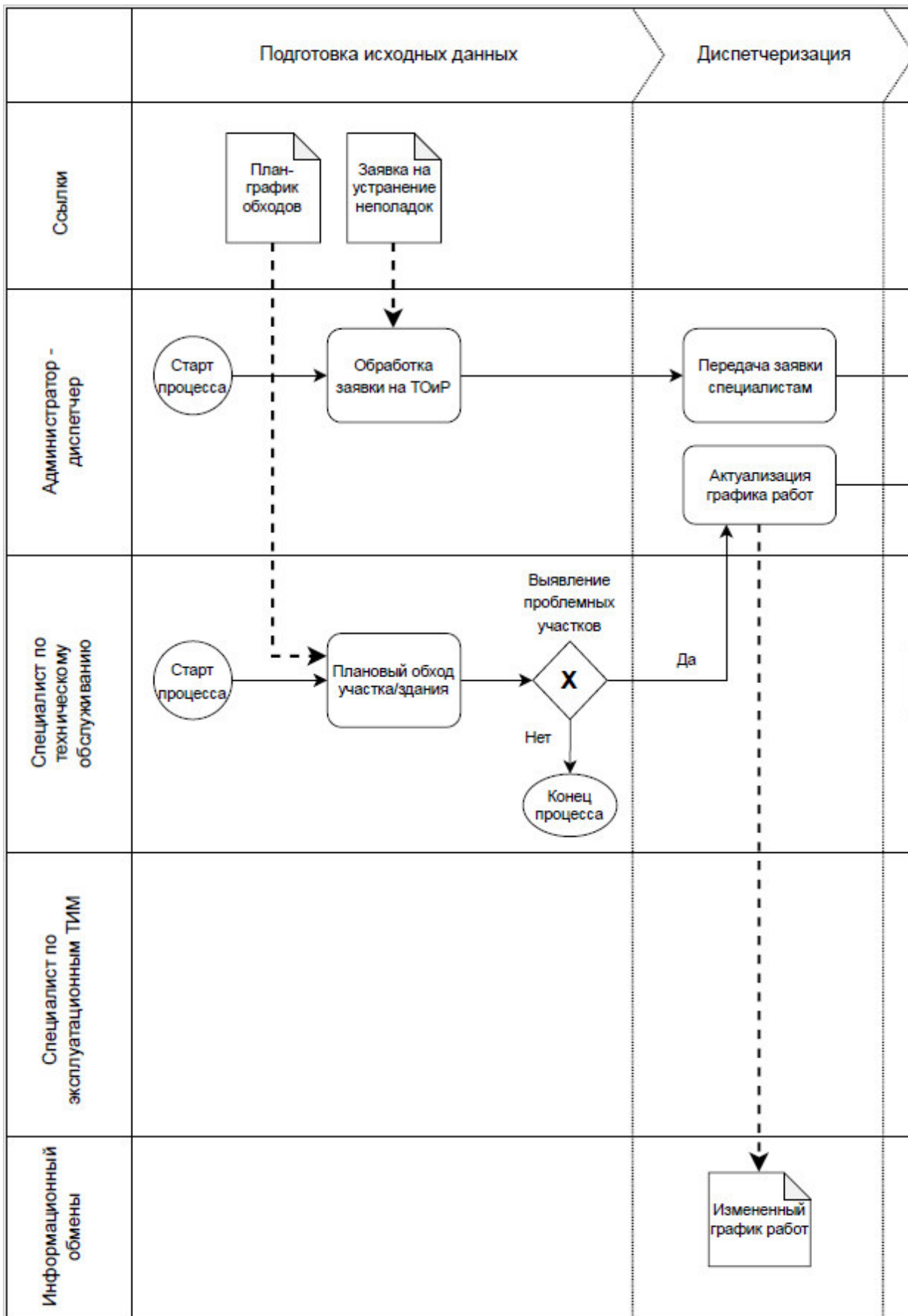


Рис. 4. Карта процесса реализации задачи «Автоматического формирования отчетов ТОиР в информационной среде» (начало процесса)

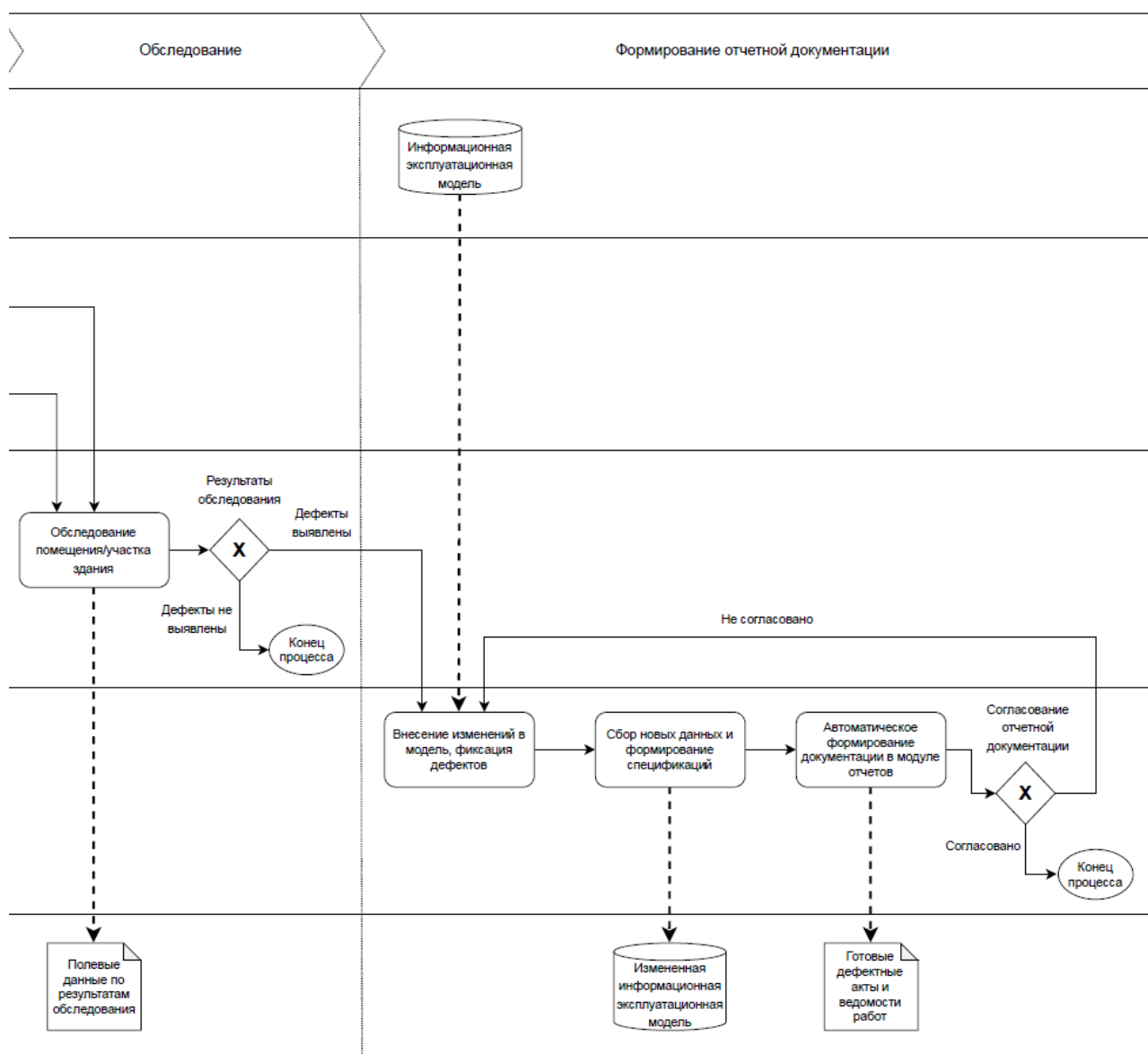


Рис. 5. Карта процесса реализации задачи «Автоматического формирования отчетов ТОиР в информационной среде» (окончание процесса)

Более подробно рассмотрим этап «Формирование отчетной документации». Информационная эксплуатационная модель, созданная на базе любого доступного программного продукта, позволяет существенно оптимизировать деятельность специалиста по техническому обслуживанию, вносить, структурировать и фиксировать полученные данные, а также производить анализ ситуации на рабочем месте. Цифровые технологии облегчают выполнение каждого из 4 нижеперечисленных процессов на этапе формирования результатов обследования:

1) Первый процесс включает в себя внесение сотрудником по работе с эксплуатационной информационной моделью актуальных изменений (геометрические параметры элементов и их пространственное положение, материалы и структуры конструкций, актуализация их физи-

ческих и технических характеристик) и фиксацию выявленных дефектов (обновление и внесение атрибутивной информации в свойства элементов) в модели по полевым отчетам, выданным специалистами по техническому обслуживанию после проведения обследования помещений или участка здания.

Данный этап является важным звеном в итерационном процессе использования информационной модели, поскольку от полноты и корректности вносимых инженерных данных зависит целостность и актуальность цифрового двойника эксплуатируемого объекта.

2) Далее необходимо произвести сбор, сортировку и структурирование полученных данных в модели. Для этого формируются спецификации с вынесенными в столбцы параметрами, которые в дальнейшем будут использоваться для

автоматического заполнения отчетной документации согласно разработанным ранее шаблонам. Созданные на основе информационной модели (ИМ) ведомости помогают контролировать правильность внесения данных по полученным отчетам и принятым проектным решениям.

На данном этапе, вследствие актуализации информации, получаем измененную эксплуатационную информационную модель, отражающую действительное техническое состояние здания.

3) Третий процесс – программный – заключается в разработке алгоритмов для передачи сформированных данных из эксплуатационной модели в модуль регистрации отчетов ТОиР. Каждому из столбцов акта или ведомости по функциональным и атрибутивным особенностям назначается параметр спецификации, а общие сведения согласно регламенту переносятся в

окно формирования документа из данных о проекте в информационной модели.

4) По итогу последовательно выполненных процессов получаем автоматически сформированную отчетную документацию, являющуюся результатом проведения работ по обследованию проблемных участков. После согласования с руководством оформленные акты и ведомости переходят специалистам, реализующим работы по текущему и капитальному ремонтам.

Таким образом, достаточно трудоемкий блок формирования отчетной документации по проблемным обследуемым участкам здания реализуется в относительно короткие сроки за счет автоматизации процессов поиска требуемой нормативной и проектной информации, подсчета, сравнения и перепроверки объемов выполняемых работ.

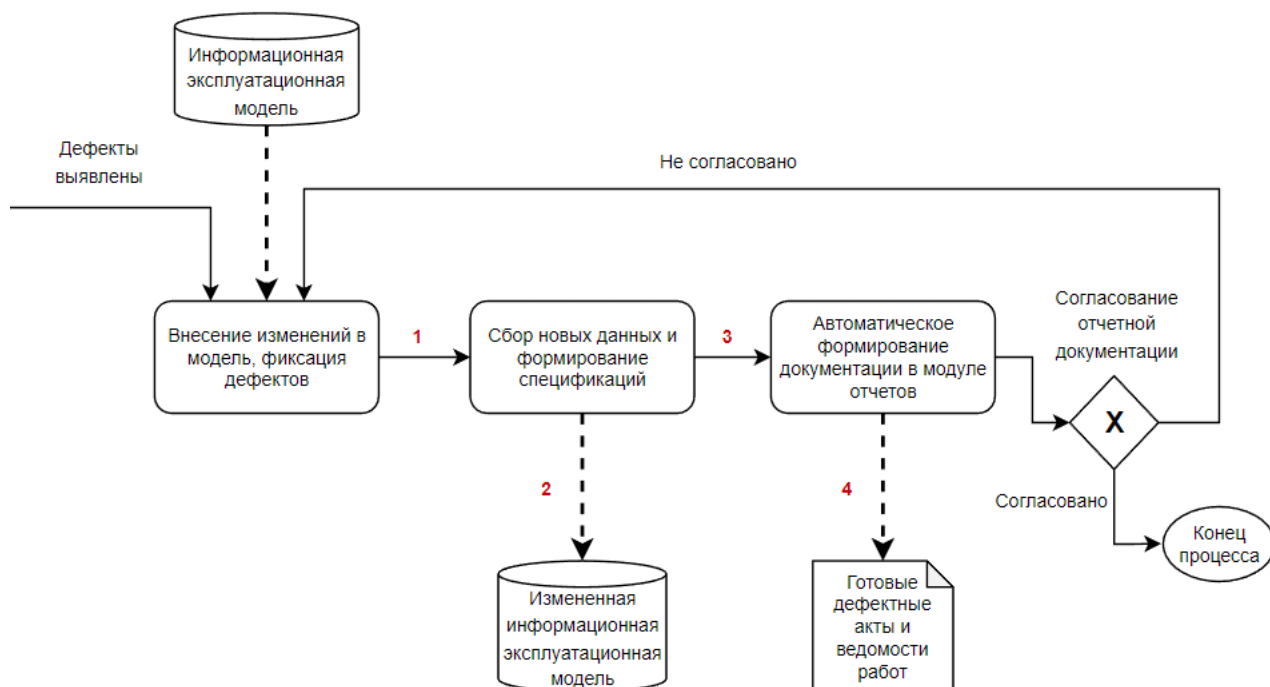


Рис. 4. Этап «Формирование отчетной документации»

Особенностью модуля является его тонкая настройка под пользовательские шаблоны актов и ведомостей, простота интерфейса и использование в виде базы данных исполнителей, оборудования и поставщиков СОД платформы эксплуатирующей организации. Данная база данных является постоянно актуализируемой по мере наполнения информационной модели.

Описанный подход позволяет сотрудникам службы эксплуатации оптимизировать свою деятельность, минимизировать погрешности при количественном подсчете материалов, контролировать фактические дефекты и фиксировать рекомендации по устранению неполадок.

Еще одно преимущество использования эксплуатационной информационной модели при решении задач ТОиР – данная модель является актуальным журналом технического состояния здания и его оборудования, в котором вся атрибутивная информация постоянно наполняется и находится в открытом доступе для специалистов по обслуживанию [18].

Возможностью для расширения данного модуля является подключение к платформе облачных информационно-правовых справочников для автоматизации формирования ведомостей трудозатрат на определенные виды работ, а также наполнение собственной базы данных о

мероприятиях по устранению выявленных дефектов для ускорения выдачи проектных решений в будущих аналогичных ситуациях.

Еще одним вариантом комплексного использования системы управления данными с информационной моделью является внедрение в обслуживающей организации Интернета вещей (IoT), что переводит эксплуатацию на следующий уровень цифровизации. Данная система позволяет на основе ИМ создавать пункт контроля и фиксации технического состояния оборудования и механизмов, применяемых на объекте. По полученной с датчиков информации можно аналогичным способом автоматически формировать отчеты о состоянии инженерных коммуникаций на определенном отрезке времени.

По мере проработки эксплуатационной информационной модели создается полноценный цифровой двойник здания, обеспечивающий службу по эксплуатации активом всеми необходимыми инженерными данными.

Вывод. Применение информационного моделирования на этапе эксплуатации за счет автоматизации и регулирования выполнения большинства организационных и проектных задач позволяет оптимизировать стоимость обслуживания здания, повысить качество оказываемых услуг, осуществлять контроль и соблюдение сроков по сформированным план-графикам работ, а также сократить простои оборудования и обеспечить поддержание в актуальном состоянии информации об объекте. Эксплуатационная система с полным необходимым набором функциональных модулей, интегрированных с информационной моделью, является оптимальным инструментом для реализации описанных задач.

Говоря об экономической целесообразности применения ТИМ, а также о разработке на ее основе дополнительных программных модулей на этапе обслуживания здания, важно помнить о комплексном подходе к обработке инженерных данных, ведь стадия эксплуатации является самой длительной на всем жизненном цикле объекта. Предложенный в данной статье подход позволяет не только автоматизировать процесс сбора и выдачи информации, но и производить непрерывный контроль технического состояния здания с минимальными затратами времени и ресурсов.

Актуальная информационная модель, постоянно наполняемая новыми атрибутивными данными, может быть использована как в повседневной деятельности обслуживающей организации, так и при проведении работ по реконструкции здания, его полного или частичного функционального переоборудования. А описанный адаптивный модуль автоматического формирования

отчетов призван повысить эффективность производительности сотрудников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курочкина Е.В. Новые информационные системы в строительстве: Технологии информационных систем в проектировании, строительстве, эксплуатации зданий // Научный Лидер. 2022. № 25(70). С. 27–30.

2. Борисова Л.А., Исмаилова Ф.Н. Перспективные направления цифровизации в строительстве // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2018. № 4. С. 8–12.

3. Грахов В.П., Кислякова Ю.Г., Мохначев С.А., Симаков Н.К. Экономические аспекты внедрения цифрового двойника здания на стадии эксплуатации // Вестник Института мировых цивилизаций. 2021. Т. 12. № 4(33). С. 39–45.

4. Струнникова Ю.С., Тоцакова Е.В. Анализ методов создания информационной модели на этапе эксплуатации здания // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2020. № 1. С. 646–648.

5. Звонов И.А., Корнилова Д.Л. Методика подготовки информационной модели здания для дальнейшего её внедрения в систему технической эксплуатации // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. [URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5599]

6. Луняков М.А., Бакрунов Ю.О. Применение BIM-технологий на стадии эксплуатации жилых зданий в условиях инновационного развития // Сметно-договорная работа в строительстве. 2022. № 5. С. 37–43.

7. Петров К.С., Середина В.В., Швец Ю.С., Аль-Мсари А.А.Р. Применение BIM-технологий при ремонте и эксплуатации зданий // Постулат. 2018. № 12-1(38). С. 173–178

8. Бейсембаева С.А., Калмагамбетова А.Ш., Туралыкова Б.С. Применения BIM-технологий на стадии эксплуатации в зданиях // Эпоха науки. 2021. № 25. С. 52–55.

9. Тальников Д.М., Чубарова К.В. Использование BIM-технологий при эксплуатации зданий и сооружений // Строительство и архитектура - 2021: Материалы Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 19–23 апреля 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Донской государственной технической университет. Ростов-на-Дону: Донской государственной технической университет, 2021. С. 89–90.

10. Кузнецов Д.В., Левичев Е.В., Якунина В.А. Опыт и проблематика применения BIM-моделей в период эксплуатации здания // Вестник Вологодского государственного университета.

Серия: Технические науки. 2021. № 1(11). С. 54–57.

11. Соболева Е.Д., Кулаев В.С., Юлин М.В. Экономическая целесообразность применения BIM-технологий при реконструкции зданий и сооружений // Формирование и реализация стратегии устойчивого экономического развития Российской Федерации: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 28 декабря 2020 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. С. 184–188.

12. Мещерякова Т.С., Сулаймонов С.Д. Методические основы принятия экономически обоснованных решений по эксплуатации жилого здания // Транспортное дело России. 2019. № 2. С. 68–69.

13. Князева Н.В., Левина Д.А. Использование BIM-сценариев в работе служб эксплуатации // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 5. С. 99–105. doi: 10.34031/article_5cd6df471c80b0.92422061

14. Князева Н.В. Интеграция информационных систем служб эксплуатации с информационной моделью здания // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С. 68–72.

15. Серебренникова А.К., Слизова С.А. Понятия технической и технологической эксплуатации зданий сооружений // Ресурсосбережение и

экология строительных материалов, изделий и конструкций: сборник научных трудов 2-й Международной научно-практической конференции, Курск, 01 октября 2019 года. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 87–90.

16. Городничая А.Н., Хорина А.А. Техническая эксплуатация зданий и сооружений // Аллея науки. 2019. Т. 5. № 1(28). С. 247–251.

17. Рощина С.И., Воронов В.И., Щуко В.Ю. Эксплуатация, ремонт и обслуживание зданий и сооружений: учеб. пособие // Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005.

18. Малыгин К.М. Формирование из BIM модели здания информационной базы данных для этапа эксплуатации // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости, Москва, 04–07 марта 2019 года. Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2019. С. 570–574.

Информация об авторах

Кузнецов Сергей Владимирович, магистрант кафедры Информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве. E-mail: kuznetsov_sergey_1999@mail.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе 26.

Князева Наталья Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве. E-mail: Nknyazeva@mgsu.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе 26.

Поступила 30.10.2022 г.

© Кузнецов С.В., Князева Н.В., 2023

Kuznetsov S.V., *Knyazeva N.V.

Moscow State University of Civil Engineering

**E-mail: Nknyazeva@mgsu.ru*

APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGIES TO SOLVE THE PROBLEMS OF MAINTENANCE AND REPAIR OF BUILDINGS AND STRUCTURIES

Abstract. *Currently, there is an active development of digital technologies in the construction sector. One of the main directions of digitalization of construction is the use of building information modeling technologies (BIM) at all stages of the life cycle of buildings and structures. The principle of using these technologies is the complex processing of geometric and attribute information about the object, its elements and its application to solve design, construction and operational tasks. The pace of BIM implementation at the operational stage is lagging behind, but the interest of asset owners is growing in the possibilities of reducing the complexity and improving the efficiency of building maintenance by organizing a centralized repository of up-to-date and reliable information about the object based on an information model. In this article, the operational formation of defect certificates and statements of necessary material and technical means intended for*

routine repairs is considered, as one of the directions of application of the information model for solving maintenance and repair tasks. The traditional approach to working with these documents is associated with the repeated entry of repetitive information into data accounting systems, and sometimes with handwritten forms and the lack of the possibility of simultaneous work of all participants on documentation. The proposed approach to electronic reporting will make it possible to reduce the amount of routine work of the maintenance service specialists and eliminate errors related to the human factor in the preparation of reports.

Keywords: operation of buildings and structures, asset management, asset information model, maintenance and repair.

REFERENCES

1. Kurochkina E.V. New information systems in construction: Information systems technologies in the design, construction, operation of buildings [Nove informacionnye sistemy v stroitel'stve: Tekhnologii informacionnyh sistem v proektirovanii, stroitel'stve, ekspluatsii zdaniy]. Nauchnyj Lider. 2022. No. 25(70). Pp. 27–30. (rus)
2. Borisova L.A., Ismailova F.N. Promising areas of digitalization in construction [Perspektivnye napravleniya cifrovizatsii v stroitel'stve]. UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sociologiya. 2018. No. 4. Pp. 8–12. (rus)
3. Grahov V.P., Kislyakova Yu.G., Mohnachev S.A., Simakov N.K. Economic aspects of the introduction of a digital twin of a building at the operational stage [Ekonomicheskie aspekty vnedreniya cifrovogo dvojnika zdaniya na stadii ekspluatsii]. Vestnik Instituta mirovyh civilizatsij. 2021. Vol. 12. No. 4(33). Pp. 39–45. (rus)
4. Strunnikova Yu.S., Toshchakova E.V. Analysis of methods for creating an information model at the stage of building operation [Analiz metodov sozdaniya informacionnoj modeli na etape ekspluatsii zdaniya]. Molodye uchenye – razvitiyu Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy (POISK). 2020. No 1. Pp. 646–648. (rus)
5. Zvonov I.A., Kornilova D.L. Methodology of preparation of the information model of the building for its further implementation in the system of technical operation [Metodika podgotovki informacionnoj modeli zdaniya dlya dal'nejshego eyo vnedreniya v sistemu tekhnicheskoy ekspluatsii] Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. No. 1. [URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2019/5599] (rus)
6. Lunyakov M.A., Bakrunov Yu.O. Application of BIM technologies at the stage of operation of residential buildings in the conditions of innovative development [Primenenie BIM-tekhnologij na stadii ekspluatsii zhilyh zdaniy v usloviyah innovacionnogo razvitiya]. Smetno-dogovornaya rabota v stroitel'stve. 2022. No. 5. Pp. 37–43. (rus)
7. Petrov K.S., Serecina V.V., Shvec Yu.S., Al'-Msari A.A.R. The use of BIM technologies in the repair and operation of buildings [Primenenie BIM-tekhnologij pri remonte i ekspluatsii zdaniy]. Postulat. 2018. No. 12-1(38). Pp.173–178. (rus)
8. Bejsembaeva S.A., Kalmagambetova A.Sh., Turalykova B.S. Applications of BIM technologies at the stage of operation in buildings [Primeneniya BIM-tekhnologij na stadii ekspluatsii v zdaniyah]. Epoha nauki. 2021. No. 25. Pp. 52–55. (rus)
9. Tal'nikov D.M., Chubarova K.V. The use of BIM technologies in the operation of buildings and structures [Ispol'zovanie BIM-tekhnologij pri ekspluatsii zdaniy i sooruzhenij]. Stroitel'stvo i arhitektura - 2021: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Rostov-na-Donu, 19–23 aprelya 2021 goda / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, Donskoj gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. Rostov-na-Donu: Donskoj gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2021. Pp. 89–90. (rus)
10. Kuznecov D.V., Levichev E.V., Yakunina V.A. Experience and problems of using BIM models during the operation of the building [Opyt i problematika primeneniya BIM-modelej v period ekspluatsii zdaniya]. Vestnik Vologodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2021. No. 1(11). Pp. 54–57. (rus)
11. Soboleva E.D., Kulaev V.S., Yulin M.V. Economic feasibility of using BIM technologies in the reconstruction of buildings and structures [Ekonomicheskaya celesoobraznost' primeneniya BIM-tekhnologij pri rekonstrukcii zdaniy i sooruzhenij]. Formirovanie i realizatsiya strategii ustojchivogo ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii: Sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 28 dekabrja 2020 goda. Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. Pp. 184–188. (rus)
12. Meshcheryakova T.S., Sulajmonov S.D. Methodological bases for making economically sound decisions on the operation of a residential building [Metodicheskie osnovy prinyatiya ekonomicheskogo obosnovannyh reshenij po ekspluatsii zhilogo zdaniya]. Transportnoe delo Rossii. 2019. No. 2. Pp. 68–69. (rus)
13. Knyazeva N.V., Levina D.A. The use of BIM scenarios in the operation of operational services [Ispol'zovanie BIM-scenarijev v rabote sluzhb ekspluatsii]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No 5. Pp. 99–105. DOI: 10.34031/article_5cd6df471c80b0.92422061 (rus)

14. Knyazeva N.V. Integration of information systems of operational services with the building information model [Integraciya informacionnyh sistem sluzhb ekspluatatsii s informacionnoj model'yu zdaniya]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018. No. 9. Pp. 68–72. (rus)

15. Serebrennikova A.K., Slizova S.A. Concepts of technical and technological operation of buildings and structures [Ponyatiya tekhnicheskoy i tekhnologicheskoy ekspluatatsii zdaniy sooruzhenij] *Resursosberezhenie i ekologiya stroitel'nyh materialov, izdelij i konstrukcij: sbornik nauchnyh trudov 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kursk, 01 oktyabrya 2019 goda*. Kursk: Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, 2019. Pp. 87–90. (rus)

16. Gorodnichaya A.N., Horina A.A. Technical operation of buildings and structures [Tekhnicheskaya ekspluatatsiya zdaniy i sooruzhenij]. *Alleya nauki*. 2019. Vol. 5. No. 1(28). Pp. 247–251. (rus)

17. Roshchina S.I., Voronov V.I., Shchuko V.Yu. Operation, repair and maintenance of buildings and structures: studies. stipend [Ekspluatatsiya, remont i obsluzhivanie zdaniy i sooruzhenij: ucheb. Posobie]. Feder. agentstvo po obrazovaniyu, Gos. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya Vladim. gos. un-t. Vladimir : Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2005. (rus)

18. Malygin K.M. Formation of an information database from a BIM model of a building for the operation stage [Formirovanie iz BIM modeli zdaniya informacionnoj bazy dannyh dlya etapa ekspluatatsii]. *Dni studencheskoj nauki: Sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferencii po itogam nauchno-issledovatel'skih rabot studentov instituta ekonomiki, upravleniya i informacionnyh sistem v stroitel'stve i nedvizhimosti, Moskva, 04–07 marta 2019 goda*. Moskva: Izdatel'stvo MISI-MGSU, 2019. Pp. 570–574. (rus)

Information about the authors

Kuznetsov, Sergey V. Master. E-mail: kuznetsov_sergey_1999@mail.ru. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.

Knyazeva, Natalia V. PhD. E-mail: Nknyazeva@mgsu.ru. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.

Received 30.10.2022

Для цитирования:

Кузнецов С.В., Князева Н.В. Применение информационного моделирования для решения задач технического обслуживания и ремонта зданий и сооружений // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 3. С. 34–45. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-34-45

For citation:

Kuznetsov S.V., Knyazeva N.V. Application of BIM-technologies to solve the problems of maintenance and repair of buildings and structures. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2023. No. 3. Pp. 34–45. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-34-45