

DOI: 10.34031/article_5cd6df471c80b0.92422061

^{1,*}Князева Н.В., ¹Лёвина Д.А.¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

*E-mail: nknyazeva@mgsu.ru, levinadaraleks@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-СЦЕНАРИЕВ В РАБОТЕ СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Отсутствие единой информационной модели является причиной затруднённого взаимодействия всех участников полного цикла строительства. Особенности трудности при этом имеют службы эксплуатации, которые не получают актуальную и полную информацию об объекте. Поэтому в текущее время ведётся интенсивное внедрение информационного моделирования (ИМ) для эксплуатируемых служб. Разрабатываются нормативные документы, учитывающие зарубежный опыт и российскую своеобразность в области проектирования. Имеется необходимость распространить использование ИМ за стадии проектирования и строительства. Первенствующими поводами являются: гарантия качественного контроля, гарантия безопасного функционирования объекта, гарантия переоснащения здания новым инженерным оборудованием, гарантия планирования и управления зданием, документооборотом и т.д. Для организации решения актуальных проблем и для обеспечения максимально полезными свойствами и функциями служб эксплуатации, продемонстрируем использование недостаточно известных BIM-сценариев. При их связи с иными разработанными инструментами информационного моделирования производятся результаты, которые естественно требуют доработок, изменений, но имеют перспективные следствия для будущего. Для проведения анализа этих следствий и совершения выводов в данной статье продемонстрированы одни из ключевых моментов, способствующих интеграции ИМ с эксплуатируемыми службами.

Ключевые слова: информационное моделирование, информационные системы, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, BIM-сценарий, автоматизированное проектирование, системы управления.

Введение. Продолжают своё развитие современные технологии информационного моделирования (ИМ), как в проектных организациях, так и в государственном регулировании. Появляются новые успешные результаты при использовании ИМ. Данное применение позволяет совершать быстрые и эффективные решения на всех стадиях жизненного цикла объекта (ЖЦО) – от концепции до эксплуатации. Данные технологии могут позволить объединять информацию для каждого ЖЦО и обмениваться данными между предприятиями. Однако, всё ещё недостаточно изученной является интероперабельность строительных и проектных технологий информационного моделирования с системами эксплуатации здания в целом. ИМ-модель (информационная модель) необходима на стадии эксплуатации здания для обеспечения показателей функцией прозрачности и для улучшения скорости реагирования, так как бумажное управление не позволяет совершать это быстро. Стоит исследовать текущие проблемы интеграции информационных систем со службами эксплуатации и управления.

Для успешного внедрения ИМ организация должна иметь представление об основных ключевых компонентах, о том, чего желает она добиться при интеграции ИМ на стадии эксплуатации и обладать полным представлением окончательного результата.

Изучение существующей в этой отрасли литературы показал, что авторы гласят о недостаточном понимании технологий, об отсутствии единых принятых стандартов и методик для служб эксплуатации зданий [1, 2]. ИМ (информационное моделирование зданий) – это не новая платформа, а технология, вносящая изменения в подход проектирования. При этом необходима чёткая координация. В.В Шарманов в своей работе [2] пишет о малой заинтересованности нашего государства в применении технологии. Также он называет ещё одну из причин – медленное внедрение ИМ программ в учебные заведения. Технологии развиваются, время быстрыми темпами идёт, как результат мы наблюдаем разрыв между образованием и настоящим временем.

Теперь следует отметить недостаточно изученный элемент информационного моделирования – ИМ-сценарий или ИМ-use. ИМ-сценарии декомпозируют на отдельные фазы разработку проекта в рамках информационной модели. Применяются для конкретных целей инвестиционно-девелоперского проекта (ИДП). При отсутствии взаимосвязи между ИМ-сценариями в пределах единого ИДП нарушаются технологические процессы, теряется производительность, часть работ выполняется напрасно. По утверждению автора [3] отсутствие связей объясняется недостаточной изученностью многообразия ИМ-сценариев и неопределённостью границ этого многообразия. По заключению И. Емельянова [4], применение

всех BIM-сценариев предполагает высокую сложность проекта с большим объемом данных и естественно подобные системы нуждаются в классификации (Классификатор, MDS) и управлении (BEP, Управление Данными).

Для достижения благоприятного результата, а именно для быстрого принятия решения и управления при эксплуатации объектами нам требуется качественная интеграция BIM проекта с информационными системами, которые применяются организациями. Необходимо отметить, что для передачи данных, для обмена информацией между участниками всего цикла строительства требуется общая среда взаимодействия. В Великобритании был создан известный сейчас в мире стандарт в сфере информационного моделирования BS 1192:200 [5]. В нём был образован термин CDE (Common Data Environment). CDE является первенствующим источником проверенных надежных данных для всех участников BIM-моделирования [5].

Следующий важный компонент – классификаторы, то есть спецификация разработки моделей. В BIM генеральную роль играют библиотечные элементы, которые компонуют целый объект. Эти отдельные элементы могут содержать в себе информацию, которая может понадобиться на следующих этап разработки проекта. Например, стоимость детали, которая не важна для проектировщиков, но важна для сметчика. В настоящее время в России нету одной принятой системы классификации, поэтому некоторые предприятия вынуждены использовать зарубежные, переписывать их под себя [6].

Особенно можно отметить такие разработки:

- Omniclass – система классификации, разработанная в США для строительной отрасли.
- Uniclass – система классификации разработанная в ВБ для той же сферы.
- COBie (Construction-Operation Building information exchange)-формат для передачи данных, разработанный в США для организации BIM-обмена данными и в настоящее время всё еще совершенствуется специалистами.

Для российского использования системы Omniclass и UniClass не подходят, так как, например, код Omniclass в Revit за рубежом обозначает код материала [7]. В то время как наша система должна иметь отношение к ГЭСН, ФЕР, то есть иметь привязку к технологиям строительного производства.

При удачном, грамотном использовании всех перечисленных важных компонентов, мы получаем качественную интеграцию BIM проекта с информационными системами. Модель удовлетворяет и EIR (требования заказчика), так

и требованиям BIM-сценариев [4]. За тем хотелось бы отметить следующие системы – системы управления документооборотом, BMS (системы управления зданиями), системы управления энергоресурсами и т.д. Часто предприятия не используют автоматизированные информационные системы и отдают предпочтению человеческому труду. Krystyna Araszkiwicz в своей статье [8] пишет о главных преимуществах, связанных с использованием информации и данных, включенных в модель функционирования здания BIM. Перевод потока информации из модели BIM в систему Facility Management (FM) более эффективен, чем ручной ввод данных, который существует в практике FM. Это возможно при условии уже интегрированной системы.

Методика. Предметом исследования является – эффективность использования BIM-сценариев на стадиях по эксплуатации объектов и эффективность использования информационных систем.

Целью является – изучение возможности интеграции информационной модели с информационными системами служб эксплуатации с применением BIM-сценариев.

Основная часть. Для реализации поставленной цели нам требуется система управления FM-CAFM (Computer Aided Facility Management). Для взаимодействия с CAFM необходимо скомпилировать данные из системы классификации Omniclass (Omniclass. Table 33 – Disciplines) по разделам эксплуатации с этапами инвестиционно-девелоперского проекта (табл. 1), которые были выделены авторами, опираясь на отечественную [9] и зарубежную документацию (Omniclass. Table 31 – Phases), результат представлен (табл. 2).

Перед нами могут существовать различные задачи, которые подразумевают различные виды работы с данными: поиск, систематизация, преобразование информации в нужный вид, фактическое использование сформированных сведений, выбор в каком формате будут они храниться. Итак, для реализации данных нам не хватает проклассифицировать BIM-сценарии для исследуемых стадий, как это сделал автор [11].

01. Сбор информации
02. Формирование информации
03. Анализ информации
04. Обмен информацией
05. Воплощение информации

Каждая категория имеет свою подкатегорию вида взаимодействия с информацией, как заявлено в работе [10].

Сформируем пример комплекта BIM-сценариев, как предлагает Н.В. Князева [11].

Наши этапы не предполагают выпуск такой документации, как генеральный план, архитектурные решения и т.д., поэтому мы будем использовать дисциплины из Omniclass. В качестве примера

возьмем инвестиционно-девелоперский проект для служб эксплуатации выставочного центра (ВЦ) (табл. 3).

Таблица 1

Перечень дисциплин инвестиционно-девелоперского проекта для ввода в эксплуатацию и эксплуатации здания

| Дисциплина | Шифр Omniclass | Описание |
|--|----------------|---|
| Quality Assurance (QA) | 33-25 51 00 | Надзор, координация всех процессов планирования, реализации и надзор за планом контроля качества проекта. Может также включать работу с сотрудниками, агентствами, участвующих в инспекции и испытаниях. |
| Heating, Ventilation, and Air-Conditioning Operation and Maintenance (HVA) | 33-55 24 21 17 | Работы по техническому обслуживанию и эксплуатации, которые связаны с отоплением, вентиляцией, кондиционированием и другими сервисами. |
| Proposal Preparation (PP) | 33-25 14 00 | Согласование контрактов, договоров, положений, управление частными и государственными фондами и контрактами, отслеживание предложений, написание предложений и другой документации. Также может включаться: соблюдение текущих предложений согласно инструкциям, управление производством и распределение всего документооборота. |
| Facility Use Disciplines | 33-55 00 00 | Продолжение технического обслуживания и использования здания, сооружения или участка после завершения строительства. |
| Real Estate (RE) | 33-55 14 00 | Покупка, продажа или аренда недвижимости |
| Facility Owner (ROw) | 33-55 21 00 | Владение собственностью и снижение всех расходов, связанных со всеми аспектами закупок, проектирования, строительства, и использования объекта. |
| Facility Operations (FOp) | 33-55 24 00 | Предоставление вспомогательных обслуживающих услуг в пределах объекта (уборка, обслуживание, охрана и безопасность и др.) |
| Facility Restoration Services (FRS) | 33-55 36 00 | Поддержание и ремонт поврежденных частей здания из-за срока службы, погоды или износа материала. |

Таблица 2

Этапы инвестиционно-девелоперского проекта для эксплуатации здания

| Этап | Шифр | Описание |
|---------------------|------|---|
| Ввод в эксплуатацию | 09 | Оценка завершённой работы посредством тестирования, инспекции и ввода в эксплуатацию (в том числе всего оборудования) для обеспечения соответствия критериев проектирования, эффективности в соответствии с применяемыми нормами и стандартами. Передача исполнительной документации от команды проектировщиков и строителей группе управления пользователем объектом, а также демонстрации, обучение и инструкции. |
| Эксплуатация | 10 | На этом этапе пользователь или арендатор занимает полезную площадь, управляет системами объекта, использует и обслуживает его, в т. ч. проводит ремонтные работы. |

Каждый BIM-сценарий является составляющей технологией ИМ. В данной таблице представлены возможные способы интеграции программных комплексов и иных инструментов с информационной моделью здания. Для служб эксплуатации ВЦ требуется высокое внимание к технической безопасности здания и к его мониторингу в целом.

В сценарии 09-03-03-HVA сравнение обмерных работ возможно благодаря импорту данных в форматах ASCII, DXF, а также в специально

разработанном формате передачи данных между Cyclone и AutoCAD (Autodesk Corp., США) или MicroStation (Bentley Systems, Inc., США). Также имеется возможность конвертирования в формате, совместимые с САПР.

Интеграция, как в сценарии 09-03-03-QA с помощью экспорта данных в формате cvs, даёт возможность просмотра теплотерь на информационной модели ВЦ путём извлечения данных из таблиц о проблемных зонах на внутренних фасадах, так и на внутренней части объекта.

Таблица 3

ВМ-сценарии этапа эксплуатации и ввода в эксплуатацию на примере выставочного центра (ВЦ)

| Шифр | Описание | Инструмент | Интеграция с информационной моделью |
|--------------|--|--|--|
| 09-03-03-HVA | Обмерные работы и сопоставление с информационной моделью ВЦ | Лазерный сканер FARO Focus S150; 3D сканер Leica ScanStation C10 | Интеграция посредством программного комплекса CYCLONE и его встроенного модуля Model |
| 09-03-03-QA | Проверка объекта ВЦ на теплопотери и внесение данных в информационную модель | Тепловизор | Для интеграции использование ПО FLIR QuickPlot и FLIR ResearchIR, где возможен экспорт графиков в стандартные форматы (csv, bmp, jpg) |
| 09-03-03-PP | Согласование документов по отдельным видам работ по информационной модели ВЦ; Привязка разрешительной документации | Bentley ProjectWise | Интеграция посредством SQL-запросов на основе XML-документов |
| 10-01-01-RE | Внесение информации в базу данных по арендуемым и купленным площадям | MS Excel MS Access «Баз.Ар.» | SQL-запрос в информационную модель Revit по помещениям (по необходимым характеристикам типа площадь, освещенности и т.д.), передача сформированной базы в формате XML-документа или предоставление доступа к проекту с помощью API-драйвера или ODBC |
| 10-01-03-FOW | Проверка расхода в системах водопотребления для выставления счетов арендаторам | Первичные датчики; вычислители, устройехества сбора и передачи данных; сервер АСУВ | Метод хранения данных ETL. Извлечение исходной информации из базы и преобразование через необходимый формат в целевое хранилище |
| 10-05-03-FRS | Ведение учета техники для реконструкции и ремонта | 1С КОПУСконсалтинг | Интеграция с 1С на основе ESB; Электронный документооборот возможно локально с использованием оборудования заказчика, в облаке с помощью Microsoft Azure, или в облаке с помощью Microsoft Office 365 |
| 10-05-04-FOP | Мониторинг системы охранной безопасности | ПО «Интеллект» | Комплекс может интегрироваться с другими системами за счет открытой архитектуры. Конфигурирование, управление и мониторинг систем осуществляется как из централизованного пункта, так и с удаленных рабочих мест |
| 10-05-04-FRS | Мониторинг за техническим состоянием строительных конструкций | ZETlab | Извлечение информации с помощью формата IFC и помещение в формат COBie |

Дисциплина «Проверка расхода в системах водопотребления для выставления счетов арендаторам» использует метод хранения данных ETL. Для многих ETL-решений нужны личные серверы, способы обработки, базы данных и лицензии.

Чтобы извлекать нужные данные, используем формат COBie. COBie помогает собирать данные, такие как список применяемого оборудования, данные о мониторинге здания и т.д. Это даёт возможность применить его для служб эксплуатации. Для того, чтобы автоматизировать управление проектом обратимся к системе CAFM (Computer Aided Facility Management). Так

как COBie является открытым стандартом, информационные системы управления активами и средствами управления (CAFM) могут импортировать данные COBie и заполнять поля данных. Это экономит менеджерам достаточно большое количество времени, если сравнивать с ручным вводом и поиском информации [15, 16].

При мониторинге за техническим состоянием строительных конструкций ВЦ обмен информацией идет с помощью её извлечения в формате IFC и помещением ее в COBie. COBie предназначен для хранения и передачи всех существенных данных для этапа эксплуатации. COBie рассматривается как одно из решений, которое

облегчило бы передачу информации из систем информационного моделирования в системы САФМ. Его цель – улучшить способ захвата информации на этапах и обеспечения управления [14]. Авторы статьи [15] рассказывают, что сохранение информации в течение всего жизненного цикла зданий важно для эффективного управления объектами и принятия решений об окончании срока эксплуатации зданий. Преимущество COBie заключается в том, что его можно просматривать не только в нескольких приложениях BIM, но и в простой электронной таблице.

Вывод.

Для организации эффективного взаимодействия ИМ со службами эксплуатации важными составляющими являются:

1. CDE (Common Data Environment) – для обеспечения единой среды взаимодействия.
2. BIM-сценарии для структуризации и взаимодействия.
3. Единый классификатор.
4. COBie- формат для обмена данными.
5. САФМ- для автоматизированной рациональной эксплуатации.

Однако, проанализировав настоящее состояние BIM-сценариев следует сказать, что существует необходимость в разработке рабочей справочной базы.

Также существует необходимость в разработке российского классификатора.

Все данные собранные на протяжении ЖЦО в информационной модели безусловно являются полезными для эксплуатирующих служб. Но для использования этой информации нужна качественная её интеграция с информационными системами.

Основными показателями продуктивности применения информационных систем являются следующие факторы:

1. Снижение стоимости эксплуатации в связи с рациональным планированием ресурсов.
2. Улучшение степени контроля и управления вследствие автоматизации процессов и операций.

Данные, которые накапливаются и хранятся в BIM-модели, трудно обработать в первоначальном виде для интереса эксплуатирующих организаций, в связи с чем разобран вопрос экспорта данных из различных инструментов и аппаратов в модель по соответствующим BIM-сценариям. Такие способы хранения информации влекут за собой удобство перемещения данных из информационной модели в САФМ.

Для каждого BIM-сценария необходимо определить источники эксплуатационных дан-

ных и выполнить проверку полноты данных с помощью COBie формата, с помощью встроенных систем проверки в САФМ.

Основная цель эксплуатационной информационной модели:

1. Документирование процесса эксплуатации здания на цифровом аналоге.
2. Обеспечение полной информацией службы инвестора, заказчика, эксплуатирующие компании.

Совместное применение информационных моделей и САФМ в перспективе дает возможность снизить затраты на эксплуатацию и повысить продуктивность работы служб эксплуатации. Взаимодействие BIM и FM может быть организована за счет единого информационного пространства и урегулированного BIM-сценариями процесса доступа к нему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астафьева Н.С., Кибирева Ю.А., Васильева И.Л. Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 8 (59). С. 41–62.
2. Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Болейко А.Е., Золотова Ю.С. Трудности поэтапного внедрения BIM // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 10 (37). С. 108–120.
3. Кривой С.А., Семин А.И., Попов А.В., Бебьякин Б.О. Взаимосвязь BIM-сценариев в рамках инвестиционно-девелоперского проекта // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 2 (65). С. 20–39.
4. Емельянов И. 25 сценариев и другие аспекты многообразия BIM. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18557 (дата обращения: 15.11.2018)
5. Скворцов А.В., Бойков В.Н. Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6
6. Талапов В. Технология BIM: стандарты и классификаторы. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17474 (дата обращения: 20.12.2018)
7. Пакидов И.И. BIM_tech. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/pdf/Pakidov_BIM_tech.pdf (дата обращения 20.12.2018)
8. Araszkiwicz K. Digital Technologies in Facility Management – The state of Practice and Research Challenges // Procedia Engineering. 2017. Vol. 196. Pp. 1034-1042

9. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Собрание законодательства РФ. 04.01.2010. № 1. С. 5.

10. Ralf G. Krieder, John I. Messner The Uses off BIM. Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9 September (2013). URL: http://bim.psu.edu/download/the_uses_of_bim.pdf (дата обращения 20.12.2018)

11. Князева Н.В. Информационные системы в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2018. Том 9. С. 68–71.

12. Гришина Н. Эксплуатируй это: о пользе BIM на этапе эксплуатации. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19458 (дата обращения: 02.11.2018).

13. BIM с позиции эксплуатации объекта: от информационной модели к Facility management URL: [Электронный ресурс]. <http://integral-russia.ru/2017/11/05/bim-s-pozitsii-ekspluatatsii-obekta-ot-informatsionnoj-modeli-k-facility-management/> (дата обращения: 02.11.2018).

14. Vikki Edmondson, Martin Cerny, Michael Lim, Barry Gledson, John Woodward. A smart sewer asset information model to enable an 'Internet of Things' for operational wastewater management // Automation in Construction. 2018. Vol. 91. Pp. 193–205.

15. Akinade O.O., Oyedele L.O., Ajayi S.O., bMuhhammad Bilal, Hafiz A. Alaka, Hakeem A. Owolabi, Omolola O. Arawomo // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 180. Pp. 375–385.

Информация об авторах

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

Лёвина Дарья Алексеевна, студент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве. E-mail: levinadaraleks@gmail.com. Московский государственный строительный университет (Национальный Исследовательский). Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

Поступила в феврале 2019 г.

© Князева Н.В., Лёвина Д.А., 2019

^{1,*}*Knyazeva N.V., ¹Levina D.A.*

¹*Moscow State University of Civil Engineering (National Research)
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26*

**E-mail: nknyazeva@mgsu.ru, levinadaraleks@gmail.com*

USING BIM SCENARIOS IN OPERATION SERVICES

Abstract. *The lack of a single information model is the reason for the difficult interaction of all participants in the full cycle of construction. Operational services have particular difficulties: they do not receive up-to-date and complete information about the object. Therefore, intensive implementation of information modeling (IM) for operating services is conducted. Regulatory documents that take into account foreign experience and Russian originality in the field of design are being developed. There is a need to extend the use of IM at the stage of design and construction. The primary reasons are a guarantee of quality control, a guarantee of safe operation of the facility, a guarantee of re-equipment of the building with new engineering equipment, a guarantee of planning and management of the building, workflow, etc. The use of insufficiently known BIM scenarios is demonstrated to organize the solution of actual problems and to provide the most useful properties and functions of exploitation services. In connection with other information modeling tools developed, results are produced that require modifications and changes, but have promising implications for the future. In order to analyze these implications and make conclusions, the article demonstrates one of the key points that facilitate the integration of IM with operating services.*

Keywords: *information modeling, information systems, commissioning, operation, BIM-scenario, computer-aided design, control systems.*

REFERENCES

1. Astafieva A.N., Kibireva J.A., Vasileva I.L. Advantages of use and difficulties of implementing building information modeling [*Preimushchestva ispol'zovaniya i trudnosti vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy*].

Construction of Unique Buildings and Structures. 2017. No. 8 (59). Pp. 41–62. (rus)

2. Sharmanov V.V., Mamaev A.E., Boleiko A.S., Zolotova J.S. Difficulties in phasing in BIM [*Trudnosti poehtapnogo vnedreniya BIM*]. Construction of Unique Buildings and Structures. 2015. No. 10 (37). Pp. 108–120. (rus)

3. Krivoy S.A., Semin A.I., Popov A.V., Bebyakin B.O. Interrelation of BIM-scenarios in the framework of the investment and development project [*Vzaimosvyaz' BIM-scenariiev v ramkah investicionno-developerskogo proekta*]. Construction of unique buildings and structures. 2018. No. 2 (65). Pp. 20–39. (rus)
4. Emelyanov I. 25 scenarios and other aspects of the diversity of BIM [*25 scenariiev i drugie aspekty mnogoobraziya BIM*]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18557 (access date 11.15.2018) (rus)
5. Skvortsov A.V., Boykov V.N. Common data environment as a key element of information modeling of highways [*Obshchaya sreda dannyh kak klyuchevoj ehlement informacionnogo modelirovaniya avtomo-bil'nyh dorog*]. CAD and GIS of highways. 2015. No. 2 (5), DOI: 10.17273 / CADGIS.2015.2.6.2015]. № 2(5), DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6. (rus)
6. Talapov V. BIM technology: standards and classifiers [*Tekhnologiya BIM: standarty i klassifikatory*]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17474 (access date: 12.20.2018). (rus)
7. Pakidov I.I. BIM_tech. [Electronic resource]. URL: http://isicad.ru/ru/pdf/Pakidov_BIM_tech.pdf (access date: 12.20.2018) (rus)
8. Araszkievich K. Digital Technologies in Facility Management – The state of Practice and Research Challenges. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 196. Pp. 1034–1042.
9. Federal Law dated December 30.12.2009 № 384-FZ Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures [*Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij*]. Collection of Legislation of the Russian Federation. 01.04.2010. № 1. Art. five.
10. Ralf G. Krieder, John I. Messner The Uses off BIM. Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9 September (2013). URL: http://bim.psu.edu/download/the_uses_of_bim.pdf (access date: 12.20.2018)
11. Knyazeva N.V. Information systems in construction [*Informacionnye sistemy v stroitel'stve*]. Industrial and civil construction. 2018. Vol. 9. Pp. 68–71. (rus)
12. Grishina N. Exploit it: about the benefits of BIM in the operational phase [*Ehkspluatiruj ehto: o pol'ze BIM na ehtape ehkspluatatsii*]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19458 (access date: 02.11.2018). (rus)
13. BIM from the standpoint of operating an object: from the information model to Facility management [*BIM s pozitsii ehkspluatatsii ob"ekta: ot in-formacionnoj modeli k Facility management*]. URL: <http://integral-russia.ru/2017/11/05/bim-s-pozitsii-ekspluatatsii-obekta-ot-informatsionnoj-modeli-k-facility-management/> (access date: 02.11.2018). (rus)
14. Vikki Edmondson, Martin Cerny, Michael Lim, Barry Gledson, John Woodward A smart sewer asset information model to enable an ‘Internet of Things’ for operational wastewater management. *Automation in Construction*. 2018. Vol. 91. P. 193–205.
15. Akinade O.O., Oyedele L.O., Saheed O. A., Muhammad B., Hafiz A.A., Owolabi H.A., Omolola O.A. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 180. Pp. 375–385.

Information about the authors

Knyazeva, Natalya V. PhD, Associate Professor. E-mail: nknyazeva@mgsu.ru. Moscow State University of Civil Engineering (National Research). Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Levina, Daria A. Bachelor student. E-mail: levinadaraleks@gmail.com. Moscow State University of Civil Engineering (National Research). Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received in February 2019

Для цитирования:

Князева Н.В., Лёвина 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

For citation:

Knyazeva N.V., Levina D.A. Using BIM scenarios in operation services. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2019. No. 5. Pp. 99–105. DOI: 10.34031/article_5cd6df471c80b0.92422061