DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-2-33-42

Лакетич С.К., Строкова В.В.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
**E-mail: tsurkina.snezhana@mail.ru*

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ КИНЕТИЧЕСКОГО ТИПА НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. *Целью исследования является поиск путей и решений для эффективного управления объектами капитального строительства на этапе эксплуатации. В ходе работы были рассмотрены и проанализированы жизненные циклы объекта капитального строительства, обусловлена целесообразность усовершенствования системы управления жизненным циклом на стадии эксплуатации. Для оптимизации работы здания и повышения эффективности его эксплуатации предлагается внедрение BIM-технологий в процесс управления объектом капитального строительства, учитывая особенности проекта кинетикостроения. Данные технологии позволяют вести постоянный мониторинг конструкций и механизмов, определяя степень их «усталости», микроклимата, работоспособности систем автоматизации, оповещения и влияния человекофактора на привлекательность объекта недвижимости. Специально для проекта была разработана принципиальная схема управления, адаптированная под многофункциональное высотное здание кинетического типа, применимость которой также возможна для других объектов капитального строительства. Подобная схема включает в себя многоуровневую автоматизацию системы управления, подразумевающую подчиненность единому центру – мозгу системы и множеству контроллеров, которые собирают и обрабатывают информацию, полученную от датчиков и, благодаря грамотно прописанному алгоритму, быстро реагируют на задачу и реализуют эффективное управление одним или несколькими элементами системы.*

Ключевые слова: *управление жизненным циклом, объект капитального строительства, кинетическое здание, кинетикостроение, эксплуатация, BIM-технологии, автоматизация, алгоритмизация.*

Введение. В современном мире высотные здания, ставшие символами архитектурного прогресса, требуют индивидуализации подхода к управлению своим жизненным циклом, особенно тогда, когда речь идет о многофункциональных сооружениях кинетического типа.

Жизненный цикл любого объекта капитального строительства представляет собой период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [1, 2]. Наиболее продолжительным этапом является эксплуатация, которая представляет собой практическую деятельность по поддержанию исправного состояния всех элементов объекта недвижимости и благоустройству прилегающей территории.

Объекты капитального строительства имеют тройственную сущность, проявляющуюся в параллельности выполнения трех циклов на протяжении всего срока жизни здания – правовой, физический и экономический [3].

Building Information Modeling (BIM) представляет собой интегрированный подход к созданию, управлению и обмену информацией в рамках жизненного цикла здания, охватывая все его этапы – от проектирования и строительства до эксплуатации и обслуживания. Значение BIM-технологий в управлении жизненным циклом здания заключается в следующем [4–8]:

1. **Интегрированность данных.** BIM обеспечивает создание единого цифрового пространства, в котором собраны и интегрированы все данные о здании. Это включает в себя геометрическую модель, технические характеристики, информацию о материалах и многие другие параметры. Все эти данные доступны на всех этапах жизненного цикла здания.

2. **Эффективное проектирование и строительство.** BIM позволяет симулировать процессы проектирования и строительства, выявляя потенциальные проблемы еще до начала работ. Это способствует снижению ошибок, оптимизации затрат и улучшению качества проекта.

3. **Оптимизация эксплуатации.** Во время эксплуатации здания BIM предоставляет оперативную информацию о его состоянии, техническом обслуживании, затратах на энергию и других параметрах. Это позволяет эффективно управлять ресурсами, предупреждать отказы и снижать затраты на обслуживание.

4. **Аналитика и прогнозирование.** BIM обеспечивает аналитические инструменты для прогнозирования и моделирования различных сценариев в жизненном цикле здания. Это позволяет принимать обоснованные решения, оптимизируя процессы и ресурсы.

5. **Снижение рисков и повышение устойчивости.** BIM позволяет проводить анализ различных аспектов функционирования здания, включая его стойкость к различным условиям, что способствует снижению рисков и повышению устойчивости здания в долгосрочной перспективе.

Таким образом, BIM-технологии становятся ключевым инструментом в управлении жизненным циклом здания, обеспечивая комплексный и интегрированный подход к управлению данными и процессами на всех этапах существования здания. Жизненные циклы здания и характерные задачи применения BIM-технологий, связанные с ними, наглядно представлены в таблице 1.

Этап эксплуатации многофункциональных зданий кинетического типа становится ключевым моментом в обеспечении их долгосрочной эффективности и функциональности. В данной статье анализируется важность эффективного управления жизненным циклом высотного здания, обращая особое внимание на многофункциональные и кинетические характеристики, а также разрабатываются стратегии и подходы, способные обеспечить оптимальную производительность и устойчивость в ходе эксплуатации подобных архитектурных проектов.

Методология управления жизненным циклом объекта капитального строительства. Традиционно содержательной основой деятельности по управлению жизненным циклом объекта капитального строительства является применение знаний предметной области соответствующего этапа жизненного цикла [11]. Для проектировщиков и строителей – это теории сооружений, для специалистов по эксплуатации – знания, связанные с инженерным жизнеобеспечением, энергоэффективностью объекта строительства контроля надежности конструкций и так далее.

Однако, для достижения эффективности управления жизненным циклом здания, методология должна представлять собой системный и структурированный подход, который заключается в совокупности ключевых элементов:

1. Интегрированность, представленная набором инструментов и процессов, объединяющих все фазы жизненного цикла здания, обеспечивающая единое цифровое пространство.

2. Цифровые технологии, такие как Building Information Modeling (BIM), IoT (Internet of Things) и другие инструменты автоматизации, способствующие эффективному сбору, анализу и использованию данных на различных этапах жизненного цикла здания.

3. Стратегическое планирование – определение целей, оценка рисков, прогнозирование изменений в потребностях и технологическом развитии.

4. Управление данными и информацией, обеспечивающее точность, актуальность и доступность данных для принятия решений на всех этапах.

5. Энергоэффективность и устойчивость.

6. Обучение, обновление компетенций, связанные с постоянно меняющимися технологиями и требованиями рынка, обеспечивающие готовность персонала к применению новых технологий и методов управления.

7. Контроль и анализ результатов, представляющий собой регулярный мониторинг, анализ и оценку результатов на всех этапах жизненного цикла здания, который позволяет корректировать стратегии и принимать более обоснованные решения [11–14].

Таким образом, методология управления жизненным циклом здания должна быть гибкой, адаптивной и ориентированной на достижение стратегических целей, обеспечивая оптимизацию всех процессов и ресурсов в течение всего срока службы здания.

Управление жизненным циклом объекта капитального строительства на стадии эксплуатации. Техническая эксплуатация здания подразумевает создание максимально комфортных условий для арендаторов, решение вопросов, возникающих в период эксплуатации, извлечение прибыли от этого вида деятельности. Эксплуатационные затраты составляют наибольшую часть расходов на протяжении всей жизни объекта капитального строительства (около 50 %), поэтому важно уделять особое внимание именно этому циклу [13].

Главными показателями эффективности управления на этапе эксплуатации являются: безотказность работы конструкций и механизмов здания; соблюдение определенных санитарно-гигиенических условий; рациональный выбор и оптимальные условия работы инженерного оборудования; обеспечение комфортного микроклимата; проведение своевременного ремонта конструкций, механизмов, систем или оборудования; повышение степени благоустройства и привлекательности объекта и т.д. [14, 15].

На примере проекта многофункционального высотного здания кинетического типа рассмотрим сложности управления жизненным циклом на этапе эксплуатации и пути их решения.

Таблица 1

Жизненные циклы здания и характерные задачи применения BIM-технологий [7–10]

Наименование цикла	Наличие промежуточных этапов	Задачи
Планирование	Техническое задание	Определение стратегической и социальной значимости объекта
		Постановка задачи
	Обоснование экономической эффективности инвестиций	Оценка рентабельности проекта
		Оценка ликвидности
		Оценка рисков
	Эскизный проект	Разработка основных технических, объемно-планировочных и конструктивных решений
	Выбор назначения объекта недвижимости и покупка земельного участка	Анализ местоположения
		Сравнение вариантов площадок под строительство
		Особенности логистики и транспортной инфраструктуры
		Проработка ориентации объекта на земельном участке
Проектирование	Инженерные изыскания	Формирование информационной модели инженерных изысканий
	Архитектурно-строительное проектирование	Проектно-сметная документация
		Проектирование с применением инструментов BIM-технологий
		Государственная экспертиза проектной документации
		Рабочая документация
Строительство	Оформление разрешительной документации	Получение разрешения на строительство и проведение строительных работ
		Проверки органами государственного строительного надзора
		Регистрация объекта недвижимости
	Производство	–
	Логистика	–
	Монтаж	Визуализация процесса строительно-монтажных работ
		Проверка соответствие качества выполняемых работ
		Соблюдение сроков строительства
Эксплуатация	Содержание	Сохранение привлекательности
	Техническое обслуживание	Максимизация дохода
		Создание цифровых двойников
		Поиск места расположения источников информации
		Мониторинг эксплуатационных характеристик
		Использование BIM-моделей для обучающих сценариев при эксплуатации
	Текущий ремонт	Планирование
	Капитальный ремонт	Планирование
Ликвидация/ Реконструкция	Демонтаж, снос	Минимизация расходов
		Регистрация ликвидации
	Реконструкция	Проектно-сметная документация
		Проектирование с применением инструментов BIM-технологий
		Государственная экспертиза проектной документации
		Рабочая документация

Здание представляет собой 33-х этажное строение, функции этажей которого представлены на рисунке 1. Главной особенностью проектируемого объекта является вращение типовых этажей вокруг центрального ядра жесткости независимо друг от друга, при этом этажи подключены ко всем инженерным системам центрального ядра, таким как водопроводная, электрическая, механическая и др., позволяющим использовать помещения в процессе вращения в традиционном режиме.

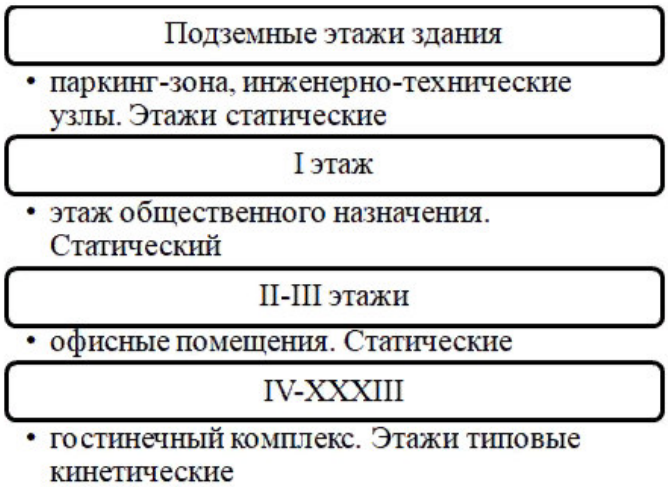

Рис. 1. Функции этажей многофункционального высотного здания кинетического типа

Управление жизненным циклом многофункционального высотного здания кинетического типа на этапе эксплуатации представляет собой сложную задачу, требующую решения ряда уникальных вопросов:

1. **Техническое обслуживание и регулярные проверки.** Многофункциональные высотные здания кинетического типа, как правило, включают в себя сложные системы, такие как подвижные элементы, механизмы, системы безопасности и управления, проведение регулярных технических обслуживаний и проверок требует высокой квалификации персонала и специализированного оборудования.

2. **Управление энергопотреблением.** Объекты кинетикостроения будут потреблять большое количество энергии из-за подвижных элементов, систем автоматизации и других инновационных технологий. Для обеспечения эффективности управления энергопотреблением требуется постоянный мониторинг, оптимизация систем и внедрение новых технологий для повышения энергоэффективности.

3. **Безопасность и соблюдение стандартов.** С момента введения в эксплуатацию здание должно соответствовать высоким стандартам безопасности, это подразумевает не только обеспечение безопасности для пользователей здания, но и соблюдение нормативов и стандартов, касающихся эксплуатации и обслуживания.

4. **Обновление и модернизация технологий.** Для обеспечения конкурентоспособности и эффективности здания может потребоваться модернизация, связанная с затратами на переоборудование и обновление систем.

5. **Управление функциональными зонами.** Многофункциональные здания содержат различные функциональные зоны, такие как офисы, жилые помещения, коммерческие пространства и другие, эффективное управление всеми этими областями требует гибкости и координации различных процессов.

6. **Согласование с пользовательскими потребностями.** Потребности пользователей могут изменяться со временем, эффективное управление требует понимания и адаптации под новые требования и ожидания.

Все эти сложности подчеркивают важность применения современных технологий, включая BIM и другие, а также стратегий управления, направленных на долгосрочную устойчивость и эффективность многофункциональных высотных зданий кинетического типа.

Принципиальная схема управления многофункциональным высотным зданием кинетического типа. Проектом предусмотрен ряд аспектов эффективного функционирования здания, таких как:

– применение современных строительных материалов, механизмов [16] и оборудования;

– принцип снижения расхода воды (санитарно-технические решения) [3];

– системы управления освещением и климатом (использование сенсоров и автоматизированных систем для регулирования освещения и температуры в помещениях);

– использование возобновляемых источников энергии для рационализации энергопотребления [13];

– энергосберегающие технологии;

– уникальные системы жизнеобеспечения (запатентованные специально для подобного рода зданий) [17];

– системы мониторинга и диагностики;

– программное обеспечение обслуживания, предполагающее интеграцию программного обеспечения для эффективного планирования и проведения технического обслуживания;

– интегрированные системы управления помещениями;

– системы умного дома и офиса;

– контроль доступа, включая электронные ключи, биометрическую идентификацию и другие технологии, призванный обеспечить безопасность для жителей и посетителей;

– видеонаблюдение;

– применение BIM-технологий для сбора и анализа данных о состоянии здания и его систем, обеспечивающее основу для принятия обоснованных решений;

– системы апгрейда, подразумевающие разработку стратегий для регулярного обновления и модернизации технических и функциональных характеристик здания.

Безотказное и комфортное пользование объектом строительства требует в течение всего срока его эксплуатации своевременного ремонта или полной замены отдельных элементов (конструкций, механизмов или оборудования) или систем здания [7, 8, 18]. В связи с этим, предлагается усовершенствование привычной модели управления жизненным циклом на стадии эксплуатации и внедрение в нее BIM-технологий и автоматизации некоторых процессов и механизмов (рис. 2).

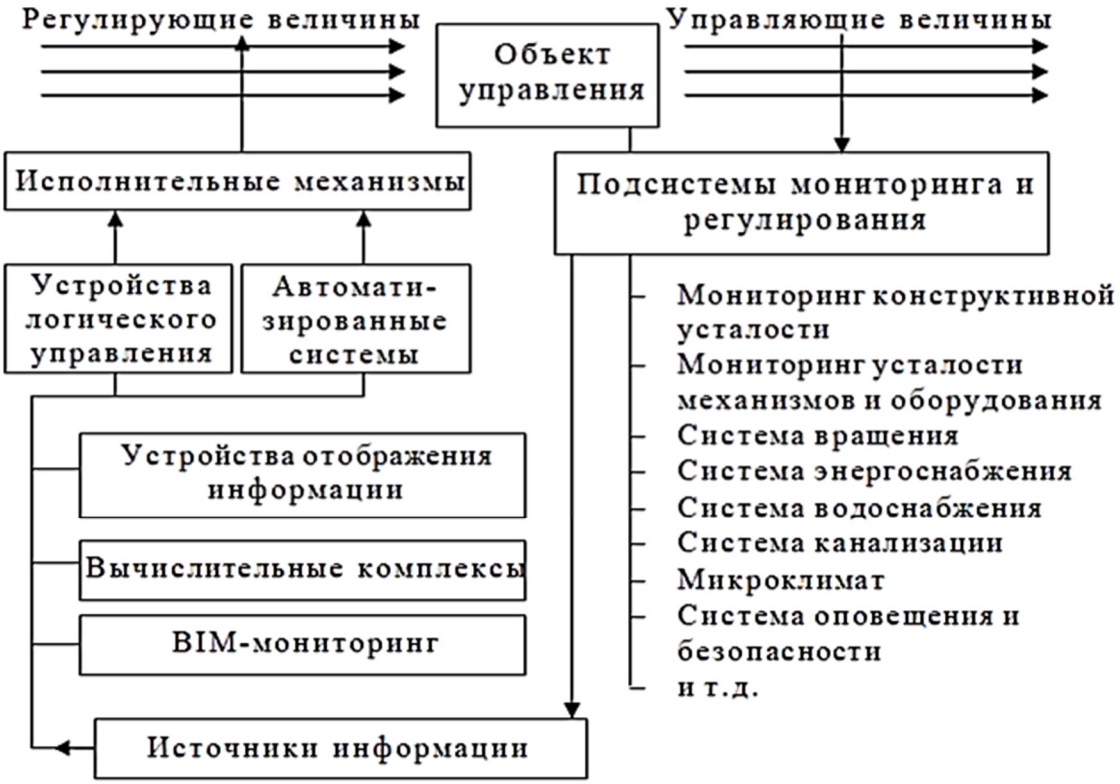

Рис. 2. Многоуровневая схема автоматизации системы управления

Так как бесперебойное функционирование объекта кинетикостроения предполагает разработку и применение инженерных систем, которые ранее не использовались в строительстве, необходимо грамотно выстроить цепочки взаимодействия между всеми звеньями, обеспечивающими жизнедеятельность здания, внедрить определенные алгоритмы с применением аппаратно-программных комплексов для автоматизированной работы по сбору, диагностике, прогнозированию и наладке отдельных систем и устройств. Так, например, проектирование систем водоснабжения и водоотведения должно предусматривать сброс канализационных и подкачку хозяйственно-питьевых вод в контрольных точках, заданных проектом, в определенный момент времени, когда здание становится статичным. Весь процесс контролируется посредством системы автоматизированной работы, алгоритм

для которой прописывается индивидуально и учитывает особенности работы здания в различных условиях. Фрагмент автоматизированной системы (АС) канализации для объекта кинетикостроения показан на рисунке 3.

Применительно к стандартным объектам капитального строительства подобная модель управления жизненным циклом с внедренными в нее BIM-технологиями и автоматизацией (рис. 2) способна не только контролировать и прогнозировать износ строительных конструкций, но и способствовать более эффективному и экономичному управлению объектами, снижать риски, повышать безопасность, общую производительность и комфорт.

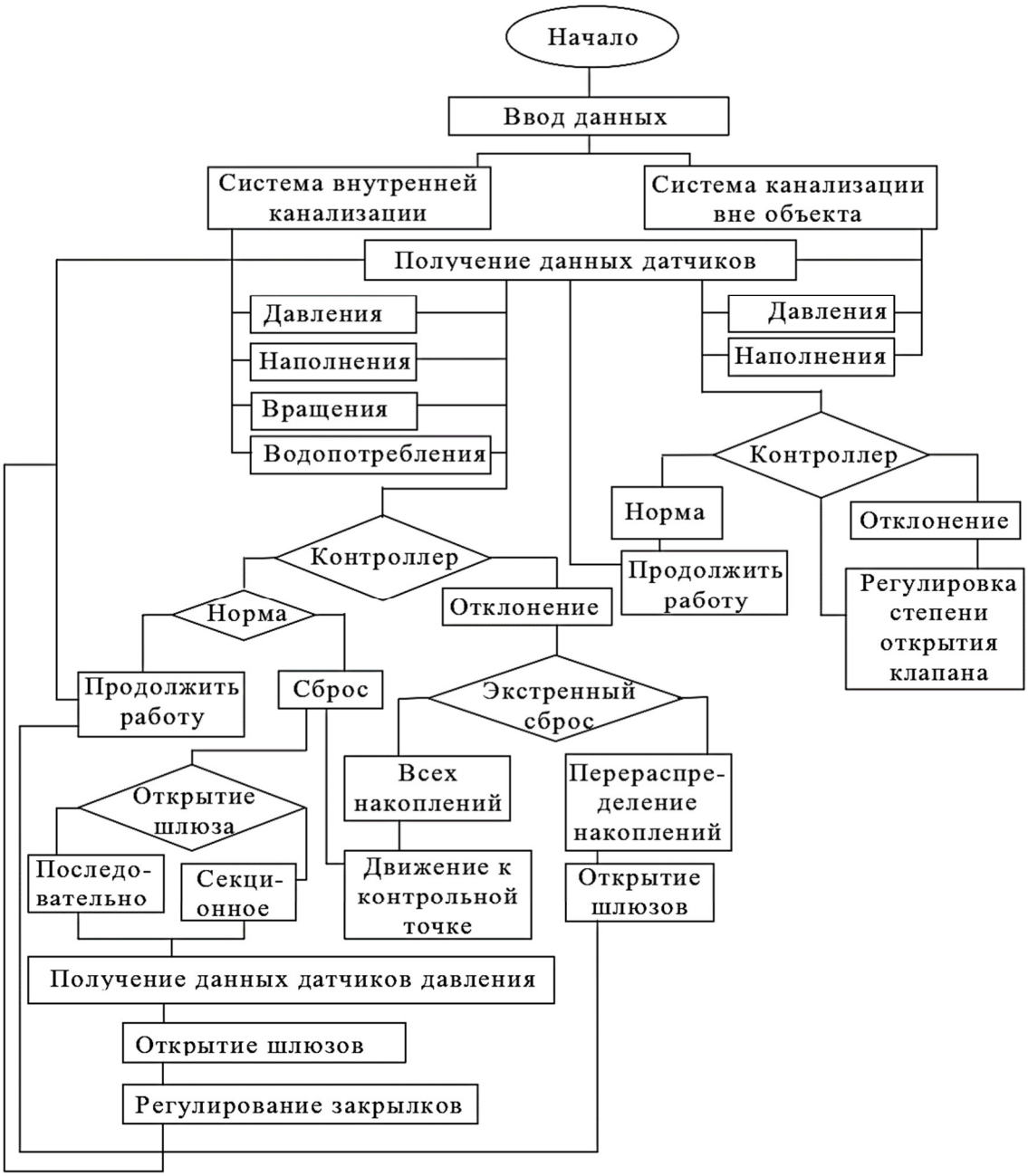

Рис. 3. Алгоритм управления системой канализации объекта кинетикостроения

Заключение. Многоуровневая схема автоматизации системы управления способна собирать и обрабатывать информацию, полученную от датчиков и сенсоров, быстро реагировать на поставленные задачи и реализовывать эффективное управление одним или несколькими элементами системы параллельно.

Автоматизированные системы мониторинга позволяют постоянно отслеживать состояние различных систем и оборудования в здании, предупреждение о возможных сбоях и неисправностях, помогают заблаговременно провести техническое обслуживание. АС энергопотребления позволяют оптимизировать работу, благодаря

адаптивному управлению, которое зависит от времени суток, количества людей и внешних условий. АС умного дома и офиса – предоставляют пользователям возможность контролировать и настраивать различные параметры в их рабочих и жилых пространствах.

Централизованные системы управления собирают данные от различных систем и подсистем, предоставляя операторам полную картину о состоянии объекта. Аналитика данных позволяет выявлять тенденции, оптимизировать ресурсы и предсказывать возможные проблемы.

Автоматизированные системы могут включать в себя системы аварийного реагирования, автоматически инициирующие необходимые меры при возникновении критических ситуаций.

Интегрированные системы безопасности с АС видеонаблюдения и контроля доступа обеспечивают более эффективное обнаружение и реагирование на потенциальные угрозы.

Внедрение интегрированных интеллектуальных систем автоматизации для эффективного управления объектами капитального строительства на этапе эксплуатации, способствуют восстановлению баланса между информационной составляющей объекта и организацией его управления, подразумевающей создание высокоэнергоэффективной и безопасной среды, предполагает снижение стоимости жизненного цикла, а также долгосрочную гибкость и конкурентоспособность. Достижение этих целей ведет к созданию объекта с высокими социальными, экологическими и экономическими ценностями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ // Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, 2013. 33 с.

2. Перехрестюк В.М. Управление стоимостью объектов недвижимости на различных стадиях их жизненного цикла // Молодой ученый. 2018. № 36 (222). С. 71–73.

3. Грабовой П.Г., Лапидус А.А. Управление строительством. Часть первая: Учебник в 2-х частях и Практикум, 4-ое изд. Москва: Изд-во АСВ, Изд-во «Просветитель», 2022. 484 с.

4. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков (на примере промышленных объектов) [Электронный ресурс]. URL: https://www.idtsoft.ru/sites/default/files/fields/node/publication/field-files/2019-09/bim_guide_for_owners_%28clients%29_of_industrial_facilities_2019-03-18.pdf (дата обращения: 10.12.2023)

5. ГОСТ Р 10.0.03-2019/ИСО 29481-1:2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 1. Методология и формат. М.: Стандартинформ, 2019. 32 с.

6. Мищенко А.В., Горбанева Е.П. Применение технологий информационного моделирования на всех этапах проектирования жизненного цикла объекта недвижимости // в сборнике: Организация строительного производства. Материалы II Всероссийской научной конференции. 2020. С. 195–206.

7. Шеина С.Г., Виганд Д., Зильберова И.Ю. Устойчивое развитие. Энерго- и ресурсосбережение. BIM – технологии в строительной отрасли. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2022. 163 с.

8. Экономическая эффективность эксплуатации «Интеллектуальных объектов» [Электронный ресурс]. URL: http://www.bacnet.ru/knowledgebase/articles/index.php?ELEMENT_ID=769 (дата обращения: 12.12.2023)

9. ГОСТ Р 57274.4-2016. Устойчивое развитие в строительстве. Часть 4. Принципы оценки экономических показателей. М.: Стандартинформ, 2016. 29 с.

10.Распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2021 № 3719-р "Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по использованию технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве объектов капитального строительства, а также по стимулированию применения энергоэффективных и экологичных материалов, в том числе с учетом необходимости их производства в РФ" [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403211578/ (дата обращения: 12.12.2023)

11.ГОСТ Р ИСО 22263-2017. Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией. М.: Стандартинформ, 2018. 22 с.

12.Bueno C., Pereira L.M., Fabricio M.M. Life cycle assessment and environmental-based choices at the early design stages: an application using building information modeling // Architectural Engineering and Design Management. 2018. 14(5). Pp. 332–346.

13.Горбанева Е.П., Гоголева А.А., Мацегорина Ю.Л., Тишина А.К. Снижение потребления энергоресурсов на примере строительства энергонезависимых объектов недвижимости // Строительство и недвижимость. 2020. № 2 (6). С. 11–16.

14.Majid B. Life cycle assessment of the building industry: An overview of two decades of research (1995–2018). Energy and Buildings, 2020. 219 p.

15.Marian K., Prasad V. Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016. 408 p.

16.Пат. 177603 Российская Федерация, МПК E 03 F3/04. Соединительное устройство канализационного и подводящего трубопроводов системы внутренней канализации для зданий кинетического типа с подвижным каркасом / Лакетич С.К., Гольцов А.Б.; заявитель БГТУ. № 2017125574; заявл. 17.07.2017; опубл. 02.03.2018. 5 с.

17.Пат. 2650538 Российская Федерация, МПК E 03 C1/122, E 04 B1/346. Система внутренней канализации для зданий с подвижным каркасом / Лакетич С.К., Семиненко А.С. ; заявитель БГТУ. № 2017125633; заявл. 17.07.2017; опубл. 16.04.2018. 8 с.

18.Грабовой П.Г. Сервейинг: организация, экспертиза, управление. Часть третья. Эксплуатационно-управленческий модуль: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Под общ. науч. ред. проф. П.Г. Грабового. М.: Изд-во АСВ, Изд-во «Просветитель», 2021. 520 с.

Информация об авторах

Лакетич Снежана Кареновна, аспирант кафедры материаловедения и технологии материалов. E-mail: tsurkina.snezhana@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Строкова Валерия Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и технологии материалов. E-mail: vvstrokova@gmail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 22.01.2024 г.
© Лакетич С.К., Строкова В.В., 2024

Laketich S.K., Strokova V.V.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

**E-mail: tsurkina.snezhana@mail.ru*

DEVELOPMENT OF A LIFE CYCLE MANAGEMENT SCHEME FOR A MULTIFUNCTIONAL KINETIC-TYPE HIGH-RISE BUILDING AT THE EXPLOITATION STAGE

Abstract. *The aim of the research is to explore paths and solutions for the effective management of capital construction objects during the operational phase. Throughout the study, life cycles of capital construction objects were examined and analyzed, justifying the feasibility of enhancing the life cycle management system during the operational stage. To optimize the operation of a building and improve its efficiency, the implementation of BIM technologies into the management process of capital construction objects is proposed, taking into account the peculiarities of the kinetic construction project. These technologies allow for continuous monitoring of structures and mechanisms, determining their "fatigue" level, microclimate, the functionality of automation systems, alertness, and the impact of human factors on the attractiveness of the real estate object. Specifically for the project, a conceptual management scheme has been developed, adapted for a multifunctional kinetic high-rise building, and its applicability can also extend to other capital construction objects. Such a scheme includes multi-level automation of the management system, implying subordination to a unified center, the system's brain, and a multitude of controllers that collect and process information from sensors. Using a well-defined algorithm, they quickly respond to tasks and efficiently manage one or several elements of the system.*

Keywords: *life cycle management, capital construction facility, kinetic building, kinetics of structure, exploitation, BIM technologies, automation, algorithmization.*

REFERENCES

1. Federal Law No 384-FZ of 30.12.2009. Technical Regulations on the safety of buildings and structures [Texnicheskijreglament o bezopasnosti zdanij i sooruzhenij], 2013. 33 p.

2. Perekhrestyuk V.M. Cost management of real estate objects at various stages of their life cycle [Upravlenie stoimost`yu ob``ektov nedvizhimosti na razlichny`x stadiyax ix zhiznennogo cikla]. Young Scientist. 2018. No. 36 (222). Pp. 71–73. (rus)

3. Grabovoj P.G., Lapidus A.A. Construction management. Part One: A textbook in 2 parts and a Workshop, 4th ed. [Upravlenie stroitel`stvom. Chast` pervaya: Uchebnik v 2-x chastyax i Praktikum, 4-oe izd.]. Moscow: ASV, «Enlightener». 2022. 484 p. (rus)

4. Guide to information modeling (BIM) for customers (using the example of industrial facilities) [Rukovodstvo po informacionnomu modelirovaniyu (BIM) dlya zakazchikov (na primere promy`shlenny`x ob``ektov)] [Electronic resource]. URL: https://www.idtsoft.ru/sites/default/files/fields/node/publication/field-files/2019-09/bim_guide_for_owners_%28clients%29_of_industrial_facilities_2019-03-18.pdf (date of treatment: 10.12.2023)

5. GOST R 10.0.03-2019/ISO 29481-1:2016. The national standard of the Russian Federation. The system of standards for information modeling of buildings and structures. Information modeling in construction. Information Exchange Handbook. Part 1. Methodology and format [Nacional`ny`j standart Rossijskoj Federacii. Sistema standartov informacionnogo modelirovaniya zdanij i sooruzhenij. Informacionnoe modelirovanie v stroitel`stve. Spravochnik po obmenu informaciej. Chast` 1. Metodologiya i format]. Moscow: Standartinform, 2019. 32 p.

6. Mishchenko A.V., Gorbaneva E.P. Application of information modeling technologies at all stages of designing the life cycle of a real estate object [Primenenie texnologij informacionnogo modelirovaniya na vsex e`tapax proektirovaniya zhiznennogo cikla ob``ekta nedvizhimosti] in the collection: Organization of construction production. Materials of the II All-Russian Scientific Conference. 2020. Pp. 195–206. (rus)

7. Sheina S.G., Vigand D., Zilberova I.Yu.. Sustainable development. Energy and resource conservation. BIM technologies in the construction industry [Ustojchivoe razvitie. E`nergo- i resursosberezhenie. BIM – texnologii v stroitel`noj otrasli]. Rostov-on-Don: Don State Technical University, 2022. 163 p. (rus)

8. Economic efficiency of operation of "Intelligent objects" [E`konomicheskaya e`ffektivnost` e`kspluatacii «Intellektual`ny`x ob``ektov] [Electronic resource]. URL: http://www.bacnet.ru/knowledgebase/articles/index.php?ELEMENT_ID=769 (date of treatment: 12.12.2023)

9. GOST R 57274.4-2016. Sustainable development in construction. Part 4. Principles of economic performance assessment [Ustojchivoe razvitie v stroitel`stve. Chast` 4. Principy` ocenki e`konomicheskix pokazatelej]. Moscow: Standartinform, 2016. 29 p.

10. Decree of the Government of the Russian Federation dated December 20, 2021 No. 3719-r "On approval of the action plan (Roadmap) for the use of information modeling technologies in the design and construction of capital construction facilities, as well as to stimulate the use of energy-efficient and environmentally friendly materials, including taking into account the need for their production in the Russian Federation" [Rasporyazhenie Pravitel`stva RF ot 20 dekabrya 2021 No 3719-r "Ob utverzhdenii plana meropriyatij ("dorozhnoj karty`") po ispol`zovaniyu texnologij informacionnogo modelirovaniya pri proektirovanii i stroitel`stve ob``ektov kapital`nogo stroitel`stva, a takzhe po stimulirovaniyu primeneniya e`nergoe`ffektivny`x i e`kologichny`x materialov, v tom chisle s uchetom neobxodimosti ix proizvodstva v RF"] [Electronic resource]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403211578/ (date of treatment: 12.12.2023)

11. GOST R ISO 22263-2017. A model for organizing data on construction work. The structure of project information management [Model` organizacii danny`x o stroitel`ny`x rabotax. Struktura upravleniya proektnoj informaciej]. Moscow: Standartinform, 2018. 22 p.

12. Bueno C., Pereira L.M., Fabricio M.M. Life cycle assessment and environmental-based choices at the early design stages: an application using building information modeling. Architectural Engineering and Design Management. 2018. 14(5). Pp. 332–346.

13. Gorbaneva E.P., Gogoleva A.A., Macegorina Yu.L., Tishina A.K. Reducing energy consumption by the example of the construction of non-volatile real estate [Snizhenie potrebleniya e`nergoresursov na primere stroitel`stva e`nergonezavisimy`x ob``ektov nedvizhimosti]. Construction and real estate. 2020. No 2 (6). Pp. 11–16. (rus)

14. Majid B. Life cycle assessment of the building industry: An overview of two decades of research (1995–2018). Energy and Buildings, 2020. 219 p.

15. Marian K., Prasad V. Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016. 408 p.

16. Laketich S.K., Golcov A.B. Connecting device of sewer and supply pipelines of the internal sewerage system for buildings of kinetic type with a movable frame. Patent RF, no. 2017125574, 2018.

17. Laketich S.K., Seminenko A.S. Internal sewerage system for buildings with a movable frame. Patent RF, no. 2017125633, 2018.

18. Grabovoy P.G. Servicing: organization, expertise, management. Part three. Operational and management module: Textbook. 2nd ed., reprint. and an additional one. Under the total. scientific ed. by prof. P.G. Grabovoy [Servejing: organizaciya, e`kspertiza, upravlenie. Chast` tret`ya. E`kspluatacionno-upravlencheskij modul`: Uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. Pod obshh. nauch. red. prof. P.G. Grabovogo]. Moscow: ASV, "Enlightener", 2021. 520 p. (rus)

Information about the authors
Laketich, Snezhana K. Postgraduate student. E-mail: tsurkina.snezhana@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Strokova, Valeria V. DSc, Professor E-mail: vvstrokova@gmail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received 22.01.2024

Для цитирования:
Лакетич С.К., Строкова В.В. Разработка схемы управления жизненным циклом многофункционального высотного здания кинетического типа на стадии эксплуатации // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №2. С. 33–42. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-2-33-42

For citation:
Laketich S.K., Strokova V.V. Development of a life cycle management scheme for a multifunctional kinetic-type high-rise building at the exploitation stage. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2024. No. 2. Pp. 33–42. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-2-33-42