

Технологии информационного общества

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Шахраманьян Михаил Андраникович

Доктор технических наук, профессор

Финансовый университет при Правительстве РФ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности», профессор

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, главный научный сотрудник

Академия государственной противопожарной службы МЧС России, профессор

Москва, Российская Федерация

7283763@mail.ru

Аннотация

В статье представлено описание проблемы автоматизации процессов эксплуатации зданий и сооружений с использованием технологий информационного моделирования (BIM технологии). Рассмотрен ряд цифровых технологических платформ для эксплуатации объектов капитального строительства, в том числе и для решения задачи мониторинга технического состояния зданий и сооружений.

Ключевые слова

технологии информационного моделирования, эксплуатация зданий и сооружений, мониторинг напряженно-деформированного состояния строительных конструкций

Введение

В настоящее время инновационные проектные, строительные и эксплуатационные компании активно внедряют технологии информационного моделирования зданий и сооружений (BIM-технологии) в свою производственную деятельность. Внедрение данных технологий позволяет повысить качество проектирования и строительства, эффективно оптимизировать и сократить издержки на этапах строительства и последующей эксплуатации объекта капитального строительства.

Для этапа эксплуатации, как правило, предусматривается создание комплексной эксплуатационной информационной модели объекта (или цифровой информационной паспорт объекта капитального строительства), которая является структурированной базой данных объекта капитального строительства, где все элементы такой модели имеют наборы взаимосвязанных атрибутов и параметров, включающих в себя необходимые и достаточные технические, технологические, эксплуатационные, экономические и прочие характеристики и описания в соответствии с необходимыми уровнями проработки компонент BIM-модели. Неотъемлемой частью такой информационной модели здания или сооружения является трехмерная параметрическая модель объекта, отражающая с определенными уровнями детализации архитектурно конструктивную часть объекта, инженерные системы в его составе, а также элементы инфраструктуры. Эксплуатационная информационная модель объекта в рамках единой системы управления обеспечивает возможность централизованного эффективного управления объектом недвижимости, включая:

- управление имуществом и оборудованием,
- управление заявками и ППР,
- управление закупками,
- управление договорами,

© Шахраманьян М.А., 2023

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial – ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2023_05_143

- комплексный мониторинг безопасности.

Основные преимущества использования BIM технологии на стадии эксплуатации обусловлены следующими факторами.

BIM модель содержит в себе всю необходимую информацию, которой пользователь может воспользоваться для решения конкретных, поставленных задач. Из этого можно сделать вывод, что ответственному за эксплуатацию здания будет доступна полная история о всех процессах и работах, выполненных при строительстве и проведенных во время эксплуатации. При наличии информационной модели здания, управляющая компания всегда будет знать график обслуживания и замены каждого конкретного устройства (например, насоса или электросчетчика), и иметь четкое понимание о том, как наиболее быстро и дешево поддерживать все необходимые процессы.

Среди преимуществ использования BIM технологий для эксплуатации зданий можно выделить следующие:

- BIM позволяет полностью автоматизировать эксплуатацию здания. Данная технология собирает в себе всю необходимую информацию о здании, которая есть на текущий момент, и связывает ее между собой. Более того, можно сказать, что BIM становится своего рода электронной инструкцией, которая сразу предоставляет всю необходимую информацию о текущих процессах, происходящих на объекте. Также помогает полностью отслеживать текущее состояние здания и своевременно принимать соответствующие меры.
- Возможность моделировать изменения в конструкции здания. Использование информационного моделирования позволит мгновенно провести анализ при внесении каких-либо изменений, что позволяет сократить, как временные, так и денежные затраты. Более того, BIM технологии позволяют любому пользователю получить полную информацию о том, насколько хорошо или плохо введение нового или удаление старого элемента может сказаться на его связях с другими элементами, общей стоимости работ и сроках их выполнения.
- Возможность легкого и доступного способа к любой необходимой эксплуатационной документации. BIM технологии позволяют автоматически получить доступ к любой необходимой документации, что приводит к снижению объемов использования бумажной документации.
- Уменьшение стоимости и сроков для решения любых возникших проблем. BIM технологии позволяют значительно сократить время для обнаружения проблем, что соответственно позволяет сократить стоимость восстановительных работ и позволит грамотно эксплуатировать существующие объекты, причем как технологически, так и экономически.
- Расчет приблизительной стоимости ремонтно-восстановительных работ и реконструкции. BIM технологии позволяют оперативно провести расчет по стоимости ремонтно-восстановительных работ и реконструкции.
- Возможность добавления новых элементов и анализ. BIM технологии позволяют проектировать переоснащение здания, оценивать замену инженерного оборудования для поддержания современного уровня эксплуатации.
- Контроль расходования ресурсов (вода/электроэнергия/теплохолод). BIM технологии позволяют обеспечить наглядный контроль потребляемых ресурсов (вода/электроэнергия/тепло-холод).
- Контроль над пространством помещения. BIM технологии позволяют оптимально планировать использование помещений и оценивать эффективность различных вариантов планировок.

1 Технологические платформы по эксплуатации зданий и сооружений с использованием BIM-технологий

В настоящее время в связи с бурным развитием цифровых технологий наблюдается значительный рост рынка программных продуктов в области автоматизации процессов эксплуатации зданий и сооружений (FM). Динамика международного рынка FM представлена на рис. 1.

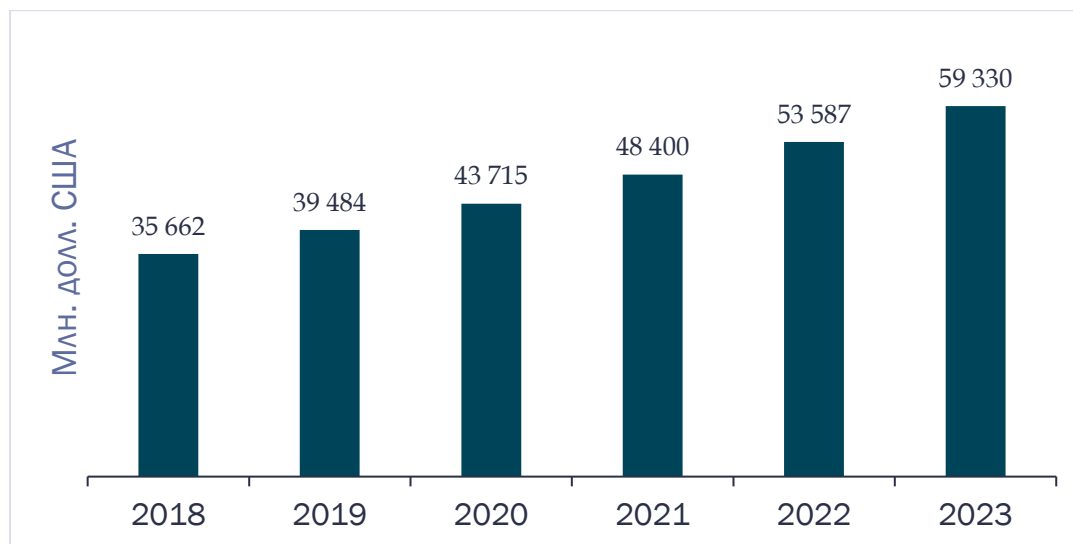


Рис. 1. Динамика международного рынка FM

Спектр различных составляющих автоматизированных систем, предназначенных для решения задачи безопасной эксплуатации зданий и сооружений с использованием BIM-технологий представлен на рис. 2.



Рис. 2. Составляющие автоматизированной системы эксплуатации зданий

Проведенный анализ возможностей различных программных решений в области автоматизации процессов эксплуатации зданий и сооружений /1-18/ позволил провести сравнение функциональных возможностей различных цифровых платформ по эксплуатации зданий и сооружений (таблица №1).

Таблица №1 – Сравнение функциональных возможностей различных цифровых платформ по эксплуатации зданий и сооружений

Наименование программного продукта	Страна	API	Онлайн-мониторинг безопасности	Настройка БП	Корпоративные коммуникации	Работа с документами	Работа по проектам	Наряды на работы	Asset Management	Property Management	Отчётность	Взаимодействие с BIM-моделью
SODIS Building FM		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
YouBIM		✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓
Qube		✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
eTASK		✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓
EcoDomus		✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
iOFFICE		✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
FacilityONE		✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
CenterStone		✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Wave Facilities (waveware®)		✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
NEXT.FM		✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Building in Cloud		✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓

Как показал проведенный анализ, стоимость программного обеспечения при решении однотипных задач по эксплуатации объектов примерно одинаковая у всех разработчиков, и поэтому ключевое значение для определения наиболее продвинутых программных продуктов по критерию цена/качество имеет функциональность, т.е. количество решаемых задач. В таблице 1 оценка программного обеспечения производилась по 12 параметрам. Как видно из таблицы 1, наилучшие характеристики имеет программный продукты SODIS Building FM, Wave, Facilities, Qube. Одной из особенностей российской платформы SODIS Building FM является введение понятия «Элементооборот», это когда в информационной среде присутствуют не электронные документы, как это присуще традиционным системам электронного документооборота, а некие сущности любой физической природы (приборы, строительные конструкции, дефекты и др.), к которым «привязываются» электронные документы (накладные, чеки, сертификаты и др.). Как показывает опыт, «Элементооборот» позволяет существенно повысить эффективность автоматизации процессов эксплуатации объектов.

2 Автоматизированные системы мониторинга технического состояния зданий

Одной из важнейших составляющих систем эксплуатации зданий и сооружений является система мониторинга напряженно-деформирования строительных конструкций, позволяющая в режиме реального времени определить угрозу обрушения здания с тяжелыми социально-экономическими последствиями.

Основу этой системы составляют датчики различных типов (акселерометры, тензометры, наклонометры, приборы спутниковой навигации Глонасс/GPS и др.), осуществляющие непрерывную регистрацию параметров строительных конструкций; программный комплекс (Спецпроцессор) по интегрированной обработке разнородных измерений /19,20/.

Спецпроцессор представляет собой «мозг» автоматизированной системы мониторинга технического состояния зданий и сооружений, в которой заложена критериальная база по определению технического состояния объекта. Спецпроцессор позволяет в режиме реального времени производить сравнение регистрируемых параметров строительных конструкций с критериями безопасности и выработать сигналы светового типа: **зеленый** – нормально, **желтый** – повышенное внимание, **красный** – опасно (рис.3)



Рис. 3. Блок-схема системы мониторинга строительных конструкций здания

С целью обеспечения объективности анализа результатов мониторинга деформационного состояния несущих конструкций создается цифровой двойник объекта для проведения комплексных инженерных расчетов по оценке возникновения и развития дефектов в строительных конструкциях, в том числе и в различных кризисных ситуациях.

Цифровой двойник объекта уточняется по мере строительства и получения реальных показаний с датчиков системы мониторинга. В итоге по окончании строительства цифровой двойник объекта (после всех уточнений) соответствует построенному физическому объекту. Данный цифровой двойник объекта используется для оценки и прогноза развития дефектов.

ВМ модель объекта можно применить для контроля уровня напряженно-деформированного состояния строительных конструкций объекта. Используя данную модель можно переместиться к произвольному наблюдаемому элементу строительной конструкции, непосредственно на ней посмотреть информационную панель по конкретному створу с датчиками, где отображается деформация, температура и скорость изменения деформации.

В настоящее время разработаны автоматизированные системы мониторинга, которые тесно интегрированы с информационной моделью здания, что позволяет наглядно отображать на информационной модели мониторинговую информацию в режиме реального времени (рис.4).

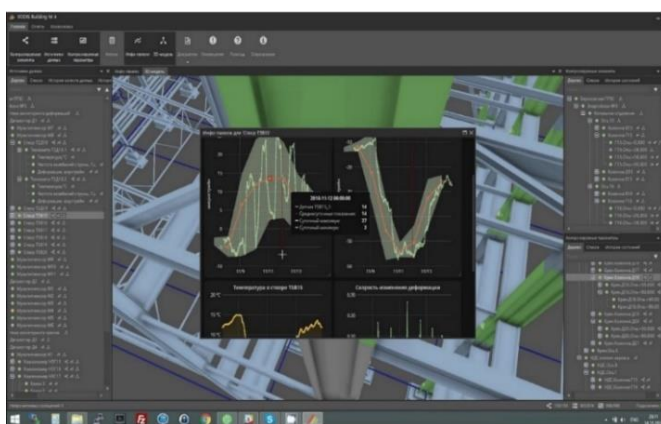


Рис. 4. Информационная модель объекта

На вкладке информационных панелей можно посмотреть, например, действующие усилия и механические напряжения в колоннах за любой произвольный период. Внутренние усилия – продольные силы, изгибающие моменты – сгруппированы по высотным отметкам (рис.5).



Рис. 5. Скриншот информационной панели технологической цифровой платформы системы мониторинга

Применение рассмотренных выше технологий особенно актуально при мониторинге удаленных объектов. Очень часто бывают ситуации, когда объект находится в одном месте, а эксперты, которые анализируют мониторинговую информацию в другом месте, например, такая ситуация может возникнуть при мониторинге объектов, расположенных на территориях Арктики и Крайнего Севера. В этом случае эксперты, находящиеся удаленно от объекта мониторинга, имеют возможность в режиме реального времени посмотреть на информационной модели здания в

критически важных точках все необходимые параметры, влияющие на безопасность строительных конструкций (величины продольных сил, изгибающие моменты и др.), и принять квалифицированное решение о техническом состоянии объекта мониторинга.

3 Опыт внедрения интеллектуальных цифровых платформ

Рассмотренные выше интеллектуальные цифровые платформы внедрены группой компаний СОДИС ЛАБ на более, чем 400 крупнейших объектах РФ: олимпийские объекты «СОЧИ-2014», футбольные стадионы FIFA чемпионат мира по футболу 2018 года, здания высотного комплекса «МОСКВА-СИТИ», «Лахта-Центр» в г. Санкт-Петербург (головной офис ПАО «Газпром»), комплекс зданий Бизнес Центра «Ростех-Сити» и др.

Заключение

В настоящее время в связи с бурным развитием цифровых технологий наблюдается значительный рост рынка программных продуктов в области автоматизации процессов эксплуатации зданий и сооружений (FM). Автоматизация процессов эксплуатации объектов капитального строительства с использованием BIM технологий позволяет предоставлять всю необходимую информацию о текущих процессах, происходящих на объекте, отслеживать текущее состояние здания и своевременно принимать соответствующие меры. Важно также отметить, что рассмотренные цифровые платформы позволяют значительно сократить время для обнаружения проблем в эксплуатации объекта, что соответственно позволяет сократить стоимость восстановительных работ, и позволит грамотно эксплуатировать существующие объекты, причем как технологически, так и экономически. Одной из важнейших задач, решаемых автоматизированными системами эксплуатации зданий и сооружений является обеспечение их конструктивной безопасности на основе интеграции сквозных технологий цифровой экономики (хранение и анализ больших данных, интернет вещей и др.) с технологиями информационного моделирования.

Литература

1. YouBIM. URL: <http://www.youbim.com/>
2. QUBE. URL: <https://www.qubeglobal.com/>
3. Wave Facilities (Loy&Hutz). URL: <https://www.loyhutz.de/>
4. eTASK. URL: <https://www.etask.de/?lang=en>
5. EcoDomus. URL: <http://ecodomus.com/products/masonry-style/>
6. FM:Interact. URL: <http://info.fmsystems.com/FMInteract-Introduction.html>
7. iOFFICE. URL: <https://www.iofficecorp.com/>
8. 8.FacilityONE. URL: <https://www.facilityone.com/>
9. CenterStone. URL: http://www.simplesolutionsfm.com/centerstone_software.html
10. FTMaintenance. URL: <https://ftmaintenance.com/>
11. MPulse. URL: <https://www.mpulsesoftware.com/facility-management>
12. Hippo CMMS. URL: <https://www.hippocmms.com/>
13. Facilities Management eXpress (FMX). URL: <https://www.gofmx.com/>
14. eMaint. URL: <https://www.emaint.com/industries/facilities-maintenance/>
15. UpKeep. URL: <https://www.onupkeep.com/facility-management-software>
16. NEXT.FM. URL: <http://www.next-fm.com/>
17. Building in Cloud. URL: <https://www.buildingincloud.net/en/bim-in-facility-management-processes/>
18. SODIS Building FM. URL: <http://sodislab.com>
19. Шахраманьян М.А., Нигметов Г.М. Способ определения устойчивости зданий и сооружений и система для определения устойчивости зданий и сооружений. Патент РФ на изобретение № 2245531 от 2 .04.2003.
20. Шахраманьян М.А., Шахраманьян А.М Система мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений и система мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений (варианты). Патент РФ на изобретение № 2381470 от 26.02.2008.

TECHNOLOGICAL DIGITAL PLATFORMS FOR SAFE OPERATION OF CAPITAL CONSTRUCTION FACILITIES

Shakhramanian, Mikhail Andranikovich

Doctor of technical sciences, professor

*Financial University under the Government of the Russian Federation, Department of life safety, professor
All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, chief researcher*

*Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, professor
Moscow, Russian Federation
7283763@mail.ru*

Abstract

The article presents a description of the problem of automating the processes of operation of buildings and structures using information modeling technologies (BIM technologies). A number of digital technological platforms for the operation of capital construction projects are considered, including those designed for solving the problem of monitoring the technical condition of buildings and structures.

Keywords

information modeling technologies, BIM technologies, operation of buildings and structures, monitoring of the stress-strain state of building structures

References

1. YouBIM. URL: <http://www.youbim.com/>
2. QUBE. URL: <https://www.qubeglobal.com/>
3. Wave Facilities (Loy&Hutz). URL: <https://www.loyhutz.de/>
4. eTASK. URL: <https://www.etask.de/?lang=en>
5. EcoDomus. URL: <http://ecodomus.com/products/masonry-style/>
6. FM:Interact. URL: <http://info.fmsystems.com/FMInteract-Introduction.html>
7. iOFFICE. URL: <https://www.iofficecorp.com/>
8. 8.FacilityONE. URL: <https://www.facilityone.com/>
9. CenterStone. URL: http://www.simplesolutionsfm.com/centerstone_software.html
10. FTMaintenance. URL: <https://ftmaintenance.com/>
11. MPulse. URL: <https://www.mpulsesoftware.com/facility-management>
12. Hippo CMMS. URL: <https://www.hippocmms.com/>
13. Facilities Management eXpress (FMX). URL: <https://www.gofmx.com/>
14. eMaint. URL: <https://www.emaint.com/industries/facilities-maintenance/>
15. UpKeep. URL: <https://www.onupkeep.com/facility-management-software>
16. NEXT.FM. URL: <http://www.next-fm.com/>
17. Building in Cloud. URL: <https://www.buildingincloud.net/en/bim-in-facility-management-processes/>
18. SODIS Building FM. URL: <http://sodislab.com>
19. Shakhraman'yan M.A., Nigmatov G.M. Sposobnost' opredeleniya ustoychivosti zdaniy i sooruzheniy i sistema dlya opredeleniya ustoychivosti zdaniy i sooruzheniy. Patent RF na izobreteniyе № 2245531 ot 2 aprelya 2003 g.
20. Shakhraman'yan M.A., Shakhraman'yan A.M Sistema Diptikhi i prognoz tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzheniy i sistema Diptikhi i prognoz tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzheniy (varianty). Patent RF na izobreteniyе № 2381470 ot 26.02.2008.