

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И УПРАВЛЕНИИ ИНФРАСТРУКТУРОЙ (IOT СЕНСОРЫ И BIM)

Г.В. МАЦУЕВ¹, Г.Д. СУДОРЕВА²

¹ студент специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

² старший преподаватель кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Современный мир переживает цифровую революцию во всех сферах жизни, включая архитектуру, строительство и управление инфраструктурой. Сенсоры технологии интернет вещей и информационного моделирования объектов становятся ключевыми элементами этой трансформации. Эти технологии не только дополняют друг друга, но и создают мощный синергетический эффект, который позволяет решать сложные задачи оптимизации, повышения эффективности и устойчивости объектов.

Ключевые слова: BIM-технологии, IOT сенсоры.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND INFRASTRUCTURE MANAGEMENT (IOT SENSORS AND BIM)

G.V. MATSUEV¹, H.D. SUDOREVA²

¹student of the specialty 1-27 02 02 « Expertise and property management»

²Senior Lecturer at the Department of Economics, Organization of Construction and Real Estate Management

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

The modern world is experiencing a digital revolution that covers all areas of life, including architecture, construction, and infrastructure management. IoT sensors and building information modeling (BIM) are becoming key elements of this transformation. These technologies not only complement each other, but also create a powerful synergetic effect that allows us to solve complex optimization problems, increase efficiency and sustainability of facilities.

Keywords: BIM-technologies, IOT SENSORS.

ВВЕДЕНИЕ

Интеграция технологии сенсоров интернет вещей (IoT) и информационного моделирования зданий (BIM) открывает новые горизонты для управления жизненным циклом объектов: от этапа проектирования до эксплуатации. Это позволяет не только повысить качество строительства, но и минимизировать эксплуатационные затраты и воздействия, а также обеспечить комфорт для людей. Современные технологии уже помогают строить более безопасные, энергоэффективные и долговечные здания, а в будущем они станут основой для создания полностью автономных, адаптивных городских систем.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В данной статье рассматривается применение сенсоров IoT и BIM технологий при реконструкции зданий и сооружений.

IoT (Internet of Things) – это сеть взаимосвязанных устройств, которые собирают, обмениваются и анализируют данные. Эти устройства следят за разными параметрами как среды и систем объекта. Это позволяет на ранних этапах заметить эксплуатационные проблемы и быстро отреагировать на них. Пример IoT сенсоров представлен на рисунке 1.

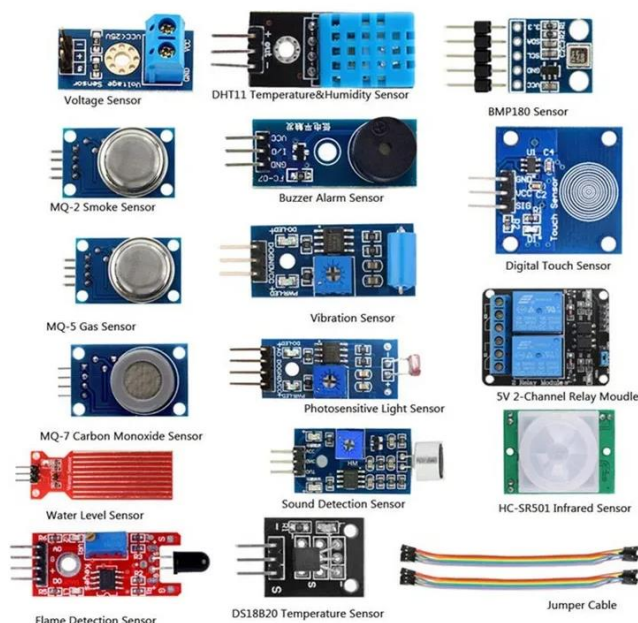


Рисунок 1 – Примеры IoT сенсоров [1]

IoT-технологии также делают здания более энергоэффективными управление освещением, отоплением и кондиционированием. Они позволяют прогнозировать поломки оборудования на основании данных о мелких неполадках.

Технологии IoT активно применяются не только в отдельных зданиях, но и в масштабах «умных городов» для управления дорожным трафиком, контроля за уровнем загрязнения воздуха, работой общественного транспорта и оптимизацией сбора мусора.

BIM (Building Information Modeling) – это технология создания и управления цифровыми моделями зданий, которые содержат всю необходимую информацию об объекте на всех этапах его жизненного цикла. Процесс формирования и применения BIM проекта представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Цикл создание информационный модели (BIM) [6].

Эти две технологии применимы не только в новом строительстве, но и при реконструкции зданий и сооружений.

Перед тем как начать реконструкцию, важно установить состояние объекта – данные, которые соберут IoT-сенсоры. На их основе создадут BIM модель реконструкции. Во время строительства IoT-сенсоры в режиме реального времени помогут контролировать процесс и оперативно реагировать на проблемы, а после помогут эффективной эксплуатации.

Примеры успешной реализации сочетания данных технологий в мире следующие.

Восстановление собора Нотр-Дам после пожара в апреле 2019 года. IoT сенсоры и BIM позволили оценить текущее состояние здания и спланировать его восстановление с максимальной точностью.

BIM автоматически проверял соответствие всех вариантов проекта современным стандартам безопасности и сохранения культурного наследия. [7] Пример визуализации части Нотр-Дама представлен на рисунке 3.

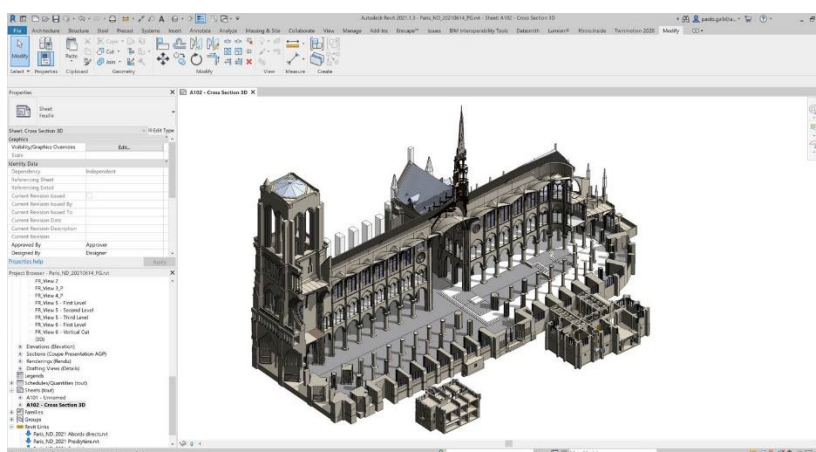


Рисунок 3 – 3D вид Нотр-Дама, сделанный в программе Revit [8].

Также при восстановлении крыши собора по данным с IoT-сенсоров оценили состояние сохранившихся элементов, а затем создали BIM-модель для тестирования различных вариантов замены.[9]

Следующим примером успешного применения рассматриваемых технологий является реконструкция стадиона «Уэмбли», одного из самых известных спортивных объектов мира. С возрастом и увеличением нагрузок на конструкции возникла необходимость его реконструкции. IoT-датчики и BIM помогли модернизировать объект, сделать его более устойчивым. IoT-датчики контролировали состояние крыши, а BIM позволила смоделировать различные варианты усиления конструкции. Пример визуализации стадиона представлен на рисунке 4.

Применение данных технологий в Республике Беларусь не так широко распространено, как в странах Западной Европы или США, но они постепенно начинают внедряться в строительную отрасль.

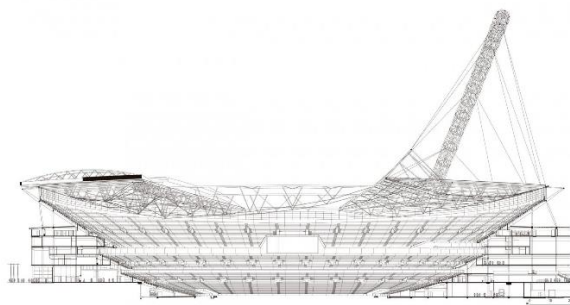


Рисунок 4 – Визуализация стадиона «Уэмбли» [10].

Уже есть примеры успешного применения этих технологий в различных строительных проектах, а также на крупных предприятиях, например, ОАО «Минский автомобильный завод» и ОАО «Белорусский автомобильный завод». Они активно используют IoT-датчики, которые помогают следить за состоянием машин и предотвращать поломки. Эти устройства собирают данные о температуре, давлении, вибрациях и износе деталей, что позволяет быстро реагировать на проблемы еще до того, как они приведут к серьезным поломкам [11].

Одним из главных преимуществ IoT является возможность прогнозировать, когда оборудование потребует ремонта. Благодаря прогнозируемому обслуживанию на ОАО «МАЗ» и ОАО «БелАЗ» удалось значительно снизить простои оборудования. Также IoT помогает экономить ресурсы: на ОАО «МАЗ» внедрение этих технологий позволило сократить энергопотребление на 10–15%, оптимизировав работу систем освещения и отопления [12].

Использование IoT положительно влияет на качество продукции, позволяя избежать дефектов, вызванных неисправностями машин. Также датчики контролируют условия труда: уровень шума, влажности и загрязнения воздуха.[13].

На ОАО «МАЗ» IoT-технологии применяются для контроля работы конвейеров и сборочных линий. Их внедрение сократило время простоя оборудования на 20% и снизило затраты на ремонт на 15% [14].

На ОАО «БелАЗ» датчики установлены на станках, которые производят крупные детали, такие как кузова самосвалов. Они отслеживают нагрузки, температуру и вибрации. ОАО «БелАЗ» использует IoT не только на этапе производства, но и после продажи техники. Встроенные датчики в карьерных самосвалах позволяют заказчикам отслеживать их состояние в реальном времени, своевременно проводить обслуживание и избегать простоев [15].

В будущем технологии IoT и BIM будут развиваться дальше. Например, данные с датчиков можно будет анализировать с помощью искусственного интеллекта для еще более точного прогнозирования поломок и оптимизации процессов. Возможно, появятся полностью автономные производственные линии, управляемые датчиками и роботами. Также IoT может быть применен для управления логистикой, контроля качества продукции и обучения сотрудников. Это сделает производство еще более эффективным и конкурентоспособным [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии, такие как BIM и IoT-сенсоры, открывают новые возможности для строительной отрасли. При реконструкции зданий эти инструменты особенно важны, так как помогают сделать работы безопаснее, снижают затраты и минимизируют риск ошибок.

Примеры успешного применения этих технологий (собор Нотр-Дам в Париже, стадиона «Уэмбли» в Лондоне) помогли сохранить историческую ценность объектов, обеспечить безопасность и повысить их функциональность.

В Беларуси внедрение таких технологий на предприятиях ОАО «МАЗ» и ОАО «БелАЗ» помогает снизить простои и повышает эффективность производства. В строительной сфере использование BIM становится обязательным для крупных проектов, что способствует развитию более современного подхода к проектированию и строительству.

Таким образом, технологии BIM и IoT постепенно меняют правила игры в строительстве и реконструкции, делая работу проще, точнее и экономичнее. Их применение в Беларуси пока не так широко распространено, как в других странах, но эти инструменты имеют большой потенциал внедрения в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Proyek IV: ESP32 External Sensor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rayapsrb.medium.com/proyek-iv-esp32-external-sensor-62d6a2568cae>. – Дата доступа: 18.04.2025.
2. ISO 19650. *Information Management Using Building Information Modeling*. – Режим доступа: <https://www.iso.org>. – Дата доступа: 18.04.2025.
3. Autodesk Knowledge Network. *Collaboration in BIM Projects*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.com>. – Дата доступа: 18.04.2025.
4. Journal of Building Engineering. *Optimizing Resources with BIM*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.journalofbuildingengineering.com>. – Дата доступа: 18.04.2025.
5. Obaidat, M., & Nicopolitidis, P. *Smart Cities and Homes: Key Enabling Technologies*. – Режим доступа: <https://www.elsevier.com>. – Дата доступа: 18.04.2025.
6. Наше настоящее. Ориенбурггражданпроект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ogp56.ru/nashe-nastoyashchee>. – Дата доступа: 18.04.2025.
7. Nawari, O. N., & Kuenstle, M. *Building Information Modeling: Framework for Structural Design*. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net>. – Дата доступа: 18.04.2025.
8. BIM and the Notre-Dame resurrection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/>. – Дата доступа: 18.04.2025.
9. Journal of Building Engineering. Integration of IoT and BIM in Modern Stadiums. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.journalofbuildingengineering.com>. – Дата доступа: 18.04.2025.
10. Wembley Stadium, London [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arquitecturaviva.com/works/estadio-de-wembley-8>. – Дата доступа: 18.04.2025.
11. Официальный сайт компании "МАЗ". *Инновационные технологии в производстве*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maz.by>. – Дата доступа: 18.04.2025.
12. Министерство промышленности Республики Беларусь. *Отчет о внедрении энергосберегающих технологий*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minprom.gov.by>. – Дата доступа: 18.04.2025.

13. Журнал "Промышленные технологии Беларуси". *Внедрение IoT на Минском автомобильном заводе* . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promtech.by> . – Дата доступа: 18.04.2025.
14. Официальный сайт компании "БелАЗ". *Современные технологии в производстве карьерных самосвалов* . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belaz.by> . – Дата доступа: 18.04.2025.
15. Отчет о внедрении IoT на "БелАЗе". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belaz.by/innovations> . – Дата доступа: 18.04.2025.
16. Прогнозы развития IoT в промышленности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot-analytics.com> . – Дата доступа: 18.04.2025.

REFERENCES

1. Proyek IV: ESP32 External Sensor [Electronic resource]. – Access mode: <https://rayapsrb.medium.com/proyek-iv-esp32-external-sensor-62d6a2568cae>. – Access date: 18.04.2025.
2. ISO 19650. Information Management Using Building Information Modeling. – Access mode: <https://www.iso.org> . – Access date: 18.04.2025.
3. Autodesk Knowledge Network. Collaboration in BIM Projects. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.autodesk.com> . – Access date: 18.04.2025.
4. Journal of Building Engineering. Optimizing Resources with BIM. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.journalofbuildingengineering.com> . – Access date: 18.04.2025.
5. Obaidat, M., & Nicopolitidis, P. Smart Cities and Homes: Key Enabling Technologies. – Access mode: <https://www.elsevier.com> . – Access date: 18.04.2025.
6. Our present. Orienburggrazhdanproekt [Electronic resource]. – Access mode: <https://ogp56.ru/nashe-nastoyashchee> . – Access date: 18.04.2025.
7. Nawari, O. N., & Kuenstle, M. Building Information Modeling: Framework for Structural Design. – Access mode: <https://www.researchgate.net> . – Access date: 18.04.2025.
8. BIM and the Notre Dame resurrection [Electronic resource]. – Access mode: <https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/>. – Access date: 18.04.2025.
9. Journal of Building Engineering. Integration of IoT and BIM in Modern Stadiums. [electronic resource]. – Access mode: <https://www.journalofbuildingengineering.com> . – Access date: 04/18/2025.
10. Wembley Stadium, London [Electronic resource]. – Access mode: <https://arquitecturaviva.com/works/estadio-de-wembley-8> . – Access date: 18.04.2025.
11. The official website of the company "MAZ". Innovative technologies in production. [electronic resource]. – Access mode: <https://www.maz.by> . – Access date: 04/18/2025.
12. Ministry of Industry of the Republic of Belarus. Report on the implementation of energy-saving technologies. [electronic resource]. – Access mode: <https://minprom.gov.by> . – Access date: 04/18/2025.
13. The journal "Industrial Technologies of Belarus". The introduction of IoT at the Minsk Automobile Plant . [electronic resource]. – Access mode: <https://promtech.by> . – Access date: 18.04.2025.
14. The official website of the BelAZ company. Modern technologies in the production of mining dump trucks . [electronic resource]. – Access mode: <https://www.belaz.by> . – Access date: 04/18/2025.
15. Report on the implementation of IoT at BelAZ. [electronic resource]. – Access mode: <https://belaz.by/innovations> . – Access date: 04/18/2025.
16. Forecasts of IoT development in industry. [electronic resource]. – Access mode: <https://iot-analytics.com> . – Access date: 18.04.2025.