

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 69:004

DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.1

## Интеграция технологии датчиков отслеживания в информационное моделирование зданий и сооружений

Т.А. Сивак, П.Ю. Кваша

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ);  
г. Санкт-Петербург, Россия*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Рассмотрен вопрос связи информационной модели сооружения с реальным зданием. Эта тема включает в себя средства и методы отслеживания повреждений и различных воздействий как внутри, так и снаружи здания. С помощью внедрения технологий информационного моделирования в российское строительство, обслуживание и реконструкция сооружений выйдет на новый уровень. Для этого необходимо разобраться в технологии связи информационной модели с реальным зданием, которая осуществляется посредством нанодатчиков, установленных по всей конструкции.

**Материалы и методы.** Проанализированы имеющиеся научные работы об интеграции BIM в процесс реального строительства и обоснована актуальность и необходимость развития данной области в современном мире.

**Результаты.** Исследовано применение информационной модели в реконструкции объектов архитектурного строительства. Представлен способ сканирования реальной модели здания для создания информационной модели. Приведены примеры использования нанодатчиков для синхронизации реального объекта строительства с его информационной моделью. Установлена важность ориентирования в здании с помощью связи GIS и BIM. В этой обзорной статье хотелось бы показать важность информационного моделирования для России.

**Выводы.** Представлена возможность объединения таких технологий как фотограмметрия, лазерное сканирование и возможности программного обеспечения ReCap с автоматизированным мониторингом по изображениям, сделанным с различных устройств. Сделан вывод о возможности интеграции единого информационного поля в область лазерного сканирования и область сочетания технологий обнаружения и определения дальности света и построения BIM. Предложено объединение технологий обнаружения и облачного доступа к информационным моделям с радиочастотными идентификаторами. Выявлена возможность интеграции трех технологий: BLE-датчики, RFID-сканеры и автоматизированный мониторинг по изображениям в область оценки повреждений BIM после землетрясений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** модели BIM, BIM-мониторинг, связь BIM с мониторингом, обнаружение повреждений, автоматизированная система мониторинга, интеллектуальные датчики, автоматизированный мониторинг, автоматическое обнаружение повреждений

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Сивак Т.А., Кваша П.Ю. Интеграция технологии датчиков отслеживания в информационное моделирование зданий и сооружений // Строительство: наука и образование. 2019. Т. 9. Вып. 4. Ст. 1. URL: <http://nsjournal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.1

## Integration of tracking sensor technology into the information modeling of buildings and structures

Tatyana A. Sivak, Pauline Yu. Kvasha

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU); St. Petersburg, Russian Federation*

**Introduction.** The issue of communication of information model of structure with real building is under consideration. This matter includes damage and various impacts both inside and outside the building tracking tools and techniques. With the help of the adoption of information modeling technologies in the Russian construction industry, maintenance and reconstruction of structures will reach a new level. For this purpose, it is necessary to understand the technology of communication of the information model with the real building, which is carried out by means of nanosensors installed throughout the structure.

**Materials and Methods.** Available research papers about integration of BIM into the process of real construction are analyzed and the urgency and necessity of development of the given industry in the modern world are proved.

**Results.** Application of information model in reconstruction of architectural engineering sites is investigated. The technique of real model scanning of a building for the creation of information model is presented. The examples of nanosensors use for synchronization of the real construction site with its information model are given. The importance of orientation in the building using GIS and BIM communication has been established. In this review, I would like to show the importance of information modeling for Russia.

**Conclusions.** The opportunity to combine such technologies as photogrammetry, laser scanning and ReCap software features with automated monitoring of images taken from various devices is presented. It was concluded that it is possible to integrate a single information field into the area of laser scanning and the area of combination of technologies of detection and determination of light range and BIM construction. It is proposed to combine technologies of detection and cloud access to information models with radio-frequency identifiers. Possibility of integration of three technologies is revealed: BLE-sensors, RFID-scanners and automated image monitoring in the area of BIM damage assessment after earthquakes.

**KEYWORDS:** BIM models, BIM-monitoring, connection BIM with monitoring, damage detection, automated monitoring system, smart sensors, automated monitoring, automated damage detection

**FOR CITATION:** Sivak T.A., Kvasha P.Yu. Integration of tracking sensor technology into the information modeling of buildings and structures. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2019; 9(4):1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.1 (rus.).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для нашей страны все актуальнее становится проблема информационного моделирования. Существует множество технологий, с помощью которых можно отслеживать различные факторы, происходящие снаружи или внутри конструкции, такие как освещенность, влажность, температурный фактор, степень нагрузки на конструкцию, степень повреждения различных частей здания. Благодаря данным технологиям мониторинга появляется возможность обеспечить наилучшее обслуживание сооружений, а также отслеживать и регулировать уровень комфорта пребывания в нем людей. Однако в России информационное моделирование не используется активно, из-за чего возникает ряд проблем: отсутствие датчиков разрушения конструкций — возникновение большого количества аварийных зданий, а также не своевременная реконструкция, что подразумевает гораздо большие затраты на это; отсутствие планов этажей коммерческих сооружений для посетителей в свободном доступе — проблемы с ориентированием посетителей внутри здания. С помощью внедрения технологий информационного моделирования в российское строительство, обслуживание и реконструкция сооружений выйдет на новый уровень. Для этого необходимо разобраться в технологии связи информационной модели с реальным зданием, которая осуществляется посредством нанодатчиков, установленных по всей конструкции.

Информационное моделирование позволяет сократить время и улучшить качество проектирования различных сооружений. А также помогает более ка-

чественно поддерживать конструкцию в хорошем состоянии на протяжении всего срока эксплуатации. С разработкой систем информационного моделирования зданий и сооружений проектирование сможет быть реализовано с наименьшими затратами времени и человеческих ресурсов.

Несмотря на то, что в России информационное моделирование считается, в первую очередь, инструментом для сокращения времени проектирования, а сокращение человеческих ресурсов, участвующих в проектировании, — это сомнительный шаг. Это далеко не так. Технологии информационного моделирования позволяют своевременно обнаруживать нарушения в эксплуатации и устранять вредные для конструкции воздействия, которые видны в режиме реального времени. Несомненно, для контроля этого процесса необходимы человеческие ресурсы. Однако их количество в совокупности с данной технологией будет в несколько раз экономически выгоднее, чем обслуживание здания без использования современных методов.

Часто упускается из вида экономическая составляющая процесса строительства и обслуживания зданий и сооружений. Так как для введения современных методов и нового оборудования необходимо будет совершить дополнительные затраты, то возникает мнение о том, что этот путь станет экономически невыгодным для сферы строительства. Однако не все задумываются о том, что в очень скором времени эти затраты окупятся и позволят поддерживать здания в наилучшем возможном состоянии.

Основной целью этого исследования является анализ уже имеющихся научных работ об ин-

теграции BIM в процесс реального строительства и обоснование актуальности и необходимости развития данной области в современном мире. Для этого были выполнены следующие задачи: изучение исследовательских статей о различных видах датчиков, применяющихся в строительстве зданий и сооружений, вопросов, которые уже были исследованы и решены в этой области; исследование научных работ о различных нестандартных способах применения BIM-моделей, как в строительстве, так и в повседневной жизни, проблем, которые уже были исследованы и решены в этой области; анализ возможных сочетаний выше упомянутой темы и использование ее связи при строительстве и дальнейшей эксплуатации зданий.

Исследования в области информационного моделирования ведутся уже несколько десятилетий. За этот немалый срок было введено достаточно новых технологий, чтобы, объединив их, можно было создать что-то совершенно новое и необходимое в области строительства. Задача состоит в том, чтобы объединить разработки в области информационного моделирования и в области программируемых систем, таких как датчики отслеживания повреждений и других различных факторов.

Быстрое развитие технологий стимулирует изменения в строительной отрасли. Происходит непрерывная оцифровка всех объектов в этой сфере, что дает возможность пересмотреть существующий дизайн конструкций для будущего развития. Несмотря на значительные достижения в области информационного моделирования, до сих пор не везде активно используются данные технологии. Этот вопрос освещается в статье «Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges» [1].

Для достижения наилучших результатов в различных сферах деятельности объединение усилий является отличным решением. Так, некоторые страны, например, США, Великобритания и Южная Корея объединились в целях разработок в сфере информационного моделирования. Эти разработки подразумевали более точную визуализацию трехмерного дизайна, координацию и планирование строительных работ, расширение обмена информацией и управления зданиями. В статье «Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review» [2] рассматриваются факторы, обеспечивающие основу для создания стандартной модели оценки, имеющей успех внедрения информационной модели. Также это служит основой для дальнейшего улучшения отрасли.

Информационное моделирование является необходимым не только для процесса проектирования и строительства сооружений, но и для обслуживания объектов строительства. В работе «Integration of BIM and GIS in sustainable built en-

vironment: A review and bibliometric analysis» [3] представлены исследования в области связи BIM и GIS технологий. Дается всеобъемлющий обзор внедрения связи информационного моделирования и географической информационной системы в устойчивые среды с целью анализа с четырех точек зрения: технологии для интеграции данных, применение в течение всего жизненного цикла, управление энергопотреблением зданий и управление городским хозяйством. Представлены три типичных режима внедрения BIM-GIS: основа BIM — поддержка GIS, основа GIS — поддержка BIM, BIM и GIS участвуют в равной степени. Эта классификация произведена на основе различных доминирующих позиций двух технологий. Кроме того, обсуждаются различные направления исследований и применения интеграции BIM-GIS в будущем. Данный обзор может служить картой для исследователей, сосредоточенных на исследованиях внедрения BIM-GIS.

Однако технологии информационного моделирования нельзя назвать самодостаточными, в этой сфере, как и в других существует ряд проблем, которые представлены в обзоре [4]. В этом документе рассматриваются проблемы и недостатки, возникающие в процессе взаимодействия информационной и инженерной модели, предлагая подробную классификацию этих проблем и их доступные решения. Кроме того, рассматриваются некоторые проблемы в применении информационной модели для проектирования схемы энергопотребления. Эта статья дает возможность исследовать применение корректирующих средств программного обеспечения, аналогичные тем, которые представлены в данной работе.

В работе «A combined scientometric and conventional literature review to grasp the entire BIM knowledge and its integration with energy simulation» [5] рассматриваются основные темы исследований и тенденций в области информационных моделей. Также предлагается подробный обзор интеграции информационного моделирования и моделирования энергоэффективности зданий.

Во-первых, выполняется наукометрический анализ, который позволяет идентифицировать образцы исследований и возникающие тенденции в конкретной области исследований, чтобы разделить большое количество статей, составляющих литературу о BIM, на несколько частей, каждый из которых представляет определенную тему.

Во-вторых, проводится анализ различных аспектов, относящихся к интеграции информационного моделирования с моделированием энергоэффективности зданий, чтобы подчеркнуть эволюцию взаимодействия между BIM и инструментами моделирования энергии. Затем осуществляется обзор различных применений такой интеграции для выявления потенциальных пробелов в знаниях. В этом