

СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ МОСТОВ НА ОСНОВЕ BIM (BMS) ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ О ДЕФЕКТАХ

Т.С. Наролина, доцент

А.А. Черных, студент

Воронежский государственный технический университет
(Россия, г. Воронеж)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-8-2-147-150

Аннотация. Мосты могут испытывать множество дефектов во время эксплуатации, таких как трещины в дорожном покрытии и коррозия арматуры, которые легко создают накопленное воздействие, угрожающее безопасности мостов в России. Таким образом, существует необходимость в регулярном осмотре и техническом обслуживании мостов. В этой статье представлена система обслуживания мостов (BMS), основанная на информационном моделировании зданий (BIM) зарубежного опыта, которая используется для управления информацией о дефектах мостов с использованием метода оцифровки.

Ключевые слова: BIM-модель, строительство транспортной инфраструктуры, техническое обслуживание мостов, модели структурного анализа.

С быстрым развитием строительства транспортной инфраструктуры мостостроение постепенно демонстрирует крупномасштабные и многоэлементные характеристики. В связи со значительным увеличением возраста инфраструктуры во всем мире, обслуживание существующих структур является приоритетным по сравнению со строительством новых структур, которые являются очень дорогостоящими. Все большее число мостов имеют такие дефекты, как недостаточная несущая способность и разрушение ключевых конструкций в условиях природной среды и нагрузки транспортных средств, что создает большой риск для эксплуатационной безопасности мостов. Накопление дефектов оказывает серьезное влияние на безопасность мостов и вызывает ряд скрытых опасностей для общественной безопасности [1].

Поэтому важно проводить регулярные проверки, оценку и работы по техническому обслуживанию мостов. Однако, по видимому, существует много проблем в традиционных методах технического обслуживания мостов, таких как сложность управления большим количеством дефектов без единого стандарта и отображения состояния моста. Технология BIM использует объектно-ориентированные 3D-

информационные модели, которые инновационно улучшают традиционные и неэффективные 2D-подходы к планированию, проектированию, строительству и обслуживанию инфраструктуры. Системы обслуживания мостов (BMSS) получили широкое развитие для оказания помощи в обслуживании и управлении мостами с помощью цифровых решений [2].

Различные страны разработали свои BMSS, такие как «Информационная система сохранения», оптимизации и сети (PONTIS) в Америке, Датские мосты и дороги (DANBRO) в Дании, База данных национальных сооружений (NATS) в Англии, японская система управления мостами (J-BMS) в Японии, система управления мостами Сео-Хэ (SHBMS) в Корее, китайская система управления мостами на автомобильных дорогах (CBMS) в Китае и BMS для городских мостов, все из которых обеспечивают функции записи информации в течение всего жизненного цикла мостов. Однако большинство современных BMSS используют двумерный подход к записи и хранению информации (2D) без визуального отображения и динамической интеграции, что приводит к неэффективной работе по обслуживанию мостов. В этом случае внедряются технические средства информационного модели-

рования зданий (BIM), чтобы значительно компенсировать недостатки существующей системы [3].

BIM – это трехмерная модель (3D), которая содержит всю информацию об инженерных проектах от стадии проектирования до строительства и эксплуатации, обеспечивая функции визуализации, форматизации и интеграции. Кроме того, BIM может обмениваться инженерной проектной информацией с заинтересованными сторонами для просмотра и обновления любого кода в течение жизненного цикла проектов, чтобы эффективно помогать управлению.

Для реализации совместимости BIM-модели был предложен класс *industry foundation* (IFC) для обмена данными, который является международным открытым стандартом BIM. До версии IFC4 стандарт IFC был в основном ориентирован на здания. В связи с растущим международным спросом на схему данных IFC для инфраструктуры был инициирован проект расширения IFC для объектов инфраструктуры. Проект выравнивания IFC, первый шаг этого проекта расширения инфраструктуры, был проведен с целью разработки нейтральной модели данных для учета выравнивания линейных объектов инфраструктуры в качестве основы для стандарта инфраструктуры IFC. Результаты проекта выравнивания IFC были включены из версии IFC4.1. На основе проекта выравнивания IFC был реализован проект IFC Bridge для расширения схемы данных IFC для включения мостов [4].

Стандарт международной платформы для словарей (IFD) использовался в качестве инструмента для кодирования и преобразования BIM-данных в унифицированную форму для обеспечения интерактивности. Метод IFD определяет все атрибуты целевых объектов в виде глобального уникального идентификатора (GUID), чтобы устранить различия между записью данных, что повышает точность связи с моделью и обмена данными.

Аналогично модели данных процесса расширения в IFC, исследования BIM для мостов изначально были сосредоточены на методах моделирования, таких как моде-

лирование на основе линейных макетов и переменных, а также создание библиотек компонентов для решения геометрических неоднородных характеристик. Когда эти методы моделирования достигли зрелости, BIM начал применяться к BMSS для управления информацией и данными, относящимися ко всему жизненному циклу моста. Информация, задействованная на каждом этапе (планирование, проектирование, строительство и техническое обслуживание), определяется требованиями потребителя, и связи между частями информации на каждом этапе управления должны быть созданы для управления всей информацией о жизненном цикле моста с помощью BIM.

Исследования применения BIM на этапе технического обслуживания проводились параллельно с исследованиями на этапах проектирования/строительства. Однако применения BIM на месте было недостаточно, поскольку важность старения мостов была признана относительно поздно. Темы исследований применения BIM для обслуживания мостов включают диагностику безопасности, управление расписанием, визуализацию исторической информации, принятие решений по техническому обслуживанию и эффективное управление активами.

Чтобы применить BIM к обслуживанию мостов, информация, необходимая для обслуживания, должна быть связана с 3D-моделью, и каждая часть информации должна быть распределена надлежащим образом в соответствии с информационной системой.

Проверка и анализ состояния конструкций мостов проводятся раз в пять лет, так что BMS, которая направлена исключительно на безопасность конструкций, может получать данные за длительный интервал времени, что легко исключает накопление дефектов при ежедневном использовании, что приводит к серьезному повреждению мостов. Тем не менее, в нескольких исследованиях использовалась BMS для управления дефектами путем мониторинга данных о дефектах и технических состояниях моста в режиме реального времени. Поэтому важно выполнять

работы по техническому обслуживанию моста, всесторонне комбинируя BIM и данные о дефектах [5].

Для эффективного управления на основе BIM и обмена информацией, полученной в результате технического обслуживания моста, информация должна управляться в Интернете и визуально идентифицироваться с помощью 3D-модели моста.

Благодаря разработке и использованию BMS на основе BIM можно сделать следующие выводы:

1) На основе BIM есть опыт разработки BMS, которая реализует функции визуализации, информатизации и интеграции, а также разработана библиотека моделей дефектов мостов;

2) база данных дефектов моста создается на основе данных осмотра моста, а данные о дефектах кодируются и классифицируются с использованием стандарта IFD и отображаются с помощью функции визуализации BIM;

3) техническое состояние моста возможно эффективно оценить и отобразить с

помощью рейтинговых оценок в модели моста;

4) предложения по техническому обслуживанию и приоритетные рекомендации сопоставляются с дефектом моста в соответствии с соответствующими нормативными документами и оценками технического состояния.

Ввиду дефектов, возникающих при ежедневном осмотре мостов, использование описанной выше технологии BIM может эффективно помочь в работах по техническому обслуживанию мостов, что облегчает своевременное выявление и устранение недостатков в мостах для обеспечения безопасной эксплуатации мостов цифровым способом. В настоящее время технология BIM также сочетается с передовыми технологиями, такими как датчики и Интернет вещей (IoT), все из которых будут способствовать оцифровке процесса обслуживания мостов, делая его более удобным и эффективным, в конечном итоге реализуя управление полным жизненным циклом мостостроения.

Библиографический список

1. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / Под ред. Д.А. Мовчан. – М.: Изд-во: ДМК-Пресс, 2015. – 410 с.
2. Бадмаева И.А., Волкова Е.В. Технологии информационного моделирования объектов дорожного строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2022. – Т. 12, №4.
3. Ильинова В.В., Мицевич В.Д. Международный опыт использования BIM-технологий в строительстве // Российский внешнеэкономический вестник. – 2021. – №6.
4. Алжанов А.С., Адилома Д.А. Разница между BIM и традиционным проектированием // Кронос. – 2022. – Т. 6, №3 (65).
5. Баженов А.А. Перспективы применения BIM-технологий в современной строительной отрасли // В сборнике: BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 40-43.

**BIM-BASED BRIDGE MAINTENANCE SYSTEM (BMS)
FOR DEFECT DATA MANAGEMENT**

T.S. Narolina, *Associate Professor*

A.A. Chernykh, *Student*

**Voronezh State Technical University
(Russia, Voronezh)**

***Abstract.** Bridges can experience many defects during operation, such as cracks in the pavement and corrosion of reinforcement, which easily create a cumulative effect that threatens the safety of bridges in Russia. Thus, there is a need for regular inspection and maintenance of bridges. This article introduces a bridge maintenance system (BMS) based on foreign experience building information modeling (BIM), which is used to manage bridge defect information using a digitization method.*

***Keywords:** BIM model, transport infrastructure construction, bridge repair, structural analysis models.*