

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

*А. К. ГОЛОВНИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*С. П. ВАКУЛЕНКО*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Концепция BIM (Building information modeling) как прогрессивный подход к управлению полным жизненным циклом различных объектов сформировался и определился в 80-х годах XX века. Его особенностью стал охват всех процессов проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта объектов самого широкого назначения (градостроительных, промышленных, транспортных и др.). Наиболее ярко преимущества внедренной технологии выявились при реконструкции международного аэропорта Хитроу в Лондоне. В результате проведенного системного анализа всех данных в графической среде Роберт Эйш создал строительный макет одного из терминалов аэропорта в трехмерном виде, который был максимально приближен по внешнему виду и структурному исполнению к реальности, но при этом содержал в себе не только чертёжную основу архитектурно-строительного образа реконструируемого терминала, но и все сведения по сметам, результатам промежуточных расчетов, утвержденным графикам строительства, исполнения заказа и монтажных работ, графиков установки и вывода сопутствующего технологического оборудования и др. Полная информационная поддержка объекта позволила подготовить и выполнить в сформированной модели всю проектно-сметную и эксплуатационную документацию, что в конечном итоге позволило на 40 % сократить затраты по этапу проектирования, а продолжительность подготовки проекта уменьшить в два раза.

Таким образом, BIM-технология позволяет выполнить цифровой проект строительства нового или реконструкции существующего объекта с полным соответствием прототипу модельного аналога по всем элементам, значениям конструкционных, технологических, экономических и других параметров, а также имеющимся связям и взаимодействиям. Полноразмерная модель здания содержит в себе все объемно-планировочные, конструктивные и технологические решения, тесно увязанные с инженерными сетями. Информационное обеспечение BIM-проекта оказывается настолько глубоко интегрированным в модельный образ, что последний буквально погружается в среду многочисленных баз данных и знаний, обеспечивающих создание в автоматическом режиме любых чертежей, отчетов, презентаций. Всё что имеет отношение к предмету изысканий, принадлежит модельному объекту в виде соответствующих атрибутов, параметров и характеристик. Итоговая конструкция формируется как высокореалистичный трехмерный образ, обладающий свойствами физического объекта (размерами, массой, объемом, плотностью).

Для пассажирской станции эти свойства являются определяющими, так как позволяют продублировать в модели динамические реконструкции с участием в станционных процессах не только объектов инфраструктуры и подвижного состава, но и *антропоморфов*, являющихся образами пассажиров, работников станции, водителей транспортных средств, т. е. всех людей, находящихся на территории пассажирской станции, определяемой моделью как транспортная локация. Полученную таким образом BIM-модель пассажирской станции можно использовать после реализации проекта её сооружения или реконструкции, т. к. как на этапе эксплуатации модель обеспечивается дополнительной соответствующей актуальной поддержкой и данными о нахождении пассажирских поездов на станции с графиком прибытия и отправления, посадке и посадке пассажиров по имеющимся проездным документам, проезду транспортных средств по переездам и мостам через станционную территорию (также по некоторому графику), выходу пассажиров по маршрутам следования на пассажирские платформы с вокзала и на вокзал и др. Таким образом, этап эксплуатации пассажирской станции, являясь активной фазой всего жизненного цикла, поддерживается её моделью, созданной на этапе проектирования.

Подача на вход модели изменяющихся данных по координатному положению мест пассажирских поездов и пассажиров в определенные моменты времени с незначительным интервалом между кадрами (по-видимому, не ниже 1/24 с, чтобы не наблюдались рывки в движении отдельных объектов при переходе кадров) позволит сформировать модельный видеоролик с динамической картиной изменения положений модельных структур пассажирской станции.

Результативным итогом такого моделирования является выявление на этапе «модельной эксплуатации» определенных узких мест в пропускной способности отдельных маршрутов станционных путей и передвижения пассажиров. Извлечение необходимой информации из информационно-интегрированного проекта пассажирской станции позволяет использовать её для эксплуатационного этапа жизненного цикла объекта, обеспечивая функционирование модели во времени и дополняя размерность модели четвертой координатой.

Так как информационная модель объекта рассматривается как скоординированная, согласованная и взаимосвязанная по конструкционным и технологическим элементам система с атрибутивными признаками физического прототипа, то в динамике она будет отражать реальное положение, фиксируя невозможность перемещения конкретного объекта в указанную точку. Обладая атрибутами реальных материальных тел, модельные аналоги не смогут занимать пространство, не освобождённое другими модельными телами. Это относится прежде всего к пассажирам, пассажирским поездам и другим транспортным средствам. По результатам выполнения соответствующих модельных операций выявляются причины возникающих ожиданий, высоких загрузок элементов и повторным репроектированием с возвратом к стадии плана сооружения или реконструкции производится усиление данных элементов (удлиняются или сооружаются новые пути, расширяются пассажирские платформы, используются корректирующие меры по развязке пассажиропотоков и потоков транспортных средств и др.). Последующая «эксплуатационная проверка» подтверждает достаточность пропускной способности технических средств или снова направляет усилия проектировщиков на достижение приемлемого решения. Становится возможным *порождающее проектирование*, как система комплексного, генеративного дизайна, призванного введением в проект контрольных мер проверки исключить формирование и развитие неконструктивных решений на этапе строительства или реконструкции реальной пассажирской станции.

Таким образом, постоянный диалог и тесные консультации проектировщиков и эксплуатационников способствуют оптимизации процессов управления объектом. Формирование адекватных трехмерных моделей позволяет разворачивать виртуальные генпланы с реконструкцией различных сценариев сооружения объекта, ориентированных на последующее эффективное управление.

Формируемый концепт-проект может основываться не только на прогнозе вероятных искажений в поведении проектируемого объекта из-за технологических «накладок» (несстыковок в графиках и расписаниях), но и на вытекающих из различных воздействий внешнего окружения. Например, можно моделировать ситуации внезапного выхода из строя технических устройств из-за сторонних причин (турникетов входа на платформы) или в графиках и расписаниях (опозданий поездов из-за снегопада), от которых зависит режим исполнения технологических операций на пассажирской станции с поездами и пассажирами.

Информационное моделирование объектов, сближая проектный и постпроектный этапы, способствует восприятию компьютерного прототипа как псевдореальности, детально воспроизводящей существенные, значимые, второстепенные и случайные влияния окружения на формируемый объект, потенциально уже существующий в репродуцируемом пространстве. Поэтому BIM-технология следует считать логичным развитием САПР-проектирования, когда входная цифровая информация во всё более широких масштабах активно используется для получения эффективных проектных решений. Интеграция объектной атрибутивной информации в трехмерный компьютерный макет пассажирской станции, обновляемой во время проведения проектных работ и последующего этапа эксплуатации реконструированной или новой станции, позволит получить единый реестр актуализированной рабочей документации (различных макетов, схем, планов станции, ведомостей, учетных форм и др.).

#### Список литературы

1 Головнич, А. К. Антропоморфные объекты в 3D-моделях технологических процессов железнодорожных станций / А. К. Головнич // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. – Гомель : БелГУТ, 2021. – Вып. 3. – С. 78–90.

2 Голович, А. К. Пространственная локация динамической 3D-модели обслуживания пассажиров на маршрутах пересадочных узлов различных видов транспорта / А. К. Голович // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. В 2. ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 100–102.

3 Вакулёно, С. П. Основы проектирования трехмерных динамических моделей железнодорожных станций : учеб. / С. П. Вакулёно, А. К. Голович. – М. : «УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2022. – 384 с.

УДК 656.07(476)

## **ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*А. А. ЕРОФЕЕВ, В. Г. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ФЕДОРОВ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*П. М. ДУЛУБ*  
*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Формирование Комплексного плана транспортного обслуживания населения регионов Республики Беларусь (далее – Комплексный план) заключается в установлении параметров транспортного обслуживания: существующих и перспективных условий развития транспортной системы, существующего состояния и приоритетных направлений развития транспортной системы, целевого состояния транспортной системы и путей достижения целевого состояния.

Основными задачами разработки Комплексного плана при этом являются:

- соблюдение требований социальных стандартов транспортного обслуживания населения;
- соблюдение требований доступности населения для получения услуг пассажирских перевозок в регионе;
- комплексное решение задач транспортного обслуживания населения в регионе;
- формирование единой системы организации пассажирских перевозок в регионе;
- эффективное использование различных видов транспорта и гармонизация транспортной системы регионов;
- взаимодействие видов транспорта в местах пересадки пассажиров с одного вида транспорта на другой;
- эффективное использование транспортных средств перевозчиков и инфраструктуры транспортной сети для оказания услуг пассажирских перевозок;
- оптимизация использования бюджетных средств для обеспечения транспортного обслуживания населения в регионе.

Организация транспортного обслуживания населения на маршрутах регулярного сообщения в регионе включает обеспечение доступности и востребованности услуг пассажирского транспорта для населения, формирование маршрутов регулярного сообщения, организацию регулярных перевозок и контроль за соблюдением установленных условий выполнения регулярных перевозок.

Транспортное обслуживание населения автомобильным, городским электрическим и рельсовым транспортом в законодательстве Республики Беларусь реализовано механизмом формирования государственного заказа на перевозки пассажиров в городском и пригородном сообщениях. Законодательно определена система «заказчик – оператор – перевозчик», в которой заказчик обеспечивает организацию перевозок пассажиров и заключает договор с оператором; оператор формирует маршруты перевозок в соответствии с потребностями населения, заключает договора с перевозчиками, обследует сети дорог, осуществляет диспетчерское управление и контроль, изучает пассажиропотоки, координирует расписания и интервалы движения транспортных средств по маршрутам, определяет объем перевозок, ведет учет; перевозчик выполняет перевозки пассажиров, предоставляет отчетность о выполненных перевозках оператору, формирует план-заказ по выпуску пассажирских транспортных средств на плановый период (год). Вместе с тем данная система обладает очевидными недостатками, обусловленными отсутствием методически обоснованного механизма комплексного планирования, мониторинга и организации перевозок на основе объективно установленной