

### Список литературы

1 Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года; одобрена на заседании Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г., протокол №10. – Минск, 2017.

2 Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года; утв. Приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25.02.2015, № 57-Ц. – Минск, 2015.

3 Об основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года»; решение высшего Евразийского Экономического Совета, 11 октября 2017 г. № 12 г. – Сочи.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Дубина Юрий Владимирович, г. Минск, Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, начальник Управления научно-технической политики и информатизации;

■ Казаков Николай Николаевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор по учебной работе, канд. техн. наук, доцент;

■ Кузнецов Владимир Гаврилович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», канд. техн. наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, kvg55@yandex.by.

УДК 656.25

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ «ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»

*В. А. ЕЗЕРСКИЙ*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

Железнодорожный транспорт относится к тем отраслям экономики, которые сегодня существенно трансформируются благодаря внедрению инновационных разработок в области дигитализации, т. е. оцифровки различных видов информации. Реализация принципа «Цифровая железная дорога» в практическом плане означает, что для каждого значимого физического объекта создается его «виртуальный двойник» – структурированный набор информации о характеристиках и свойствах данного объекта и, как правило, основанный на применении геоинформационных технологий (далее – ГИС).

Наряду с развитием цифровых технологий в области управления процессами движения, грузовой работы и перевозки пассажиров, новым, но быстро развивающимся является направление электронной паспортизации инфраструктурных хозяйств. Предпосылкой такого развития стала доступность новых технологий автоматизированного или автоматического получения информации о пространственном положении и свойствах железнодорожных объектов.

С 2018 года на Белорусской железной дороге формируется **Цифровая модель инфраструктуры БЧ (ЦМИ)**. ЦМИ – централизованный источник нормативной пространственной и базовой атрибутивной информации об объектах инфраструктуры БЧ. Работа с ЦМИ реализована посредством автоматизированной системы «Паспорт объектов железнодорожной инфраструктуры» (АС «Паспорт ОЖИ»). Источниками наполнения ЦМИ являются:

- результаты геодезических изысканий, организованные в соответствии с СТП БЧ 31.372 – 2017 и загружаемые в формате DFX;
- оцифровка данных, получаемых после обработки результатов аэрофото съемки. В настоящее время «отснято» и оцифрована железнодорожная инфраструктура в объеме Оршанской, Борисовской, Минской, Барановичской, Жабинковской, Бресткой, Волковыской, Лидской, Молодечненской, Лунинецкой, Осиповичской дистанций пути. Весь полигон БЖД планируется оцифровать в первом полугодии 2021 года;
- данные, получаемые от WMS (*Web Mapping Service*) сервисов сторонних организаций (данные Национального кадастрового агентства РБ, карт-основы);
- данные отраслевых систем БЧ.

Порядок ведения и использования данных ЦМИ утвержден СТП БЧ 11.404-2019 [00]. В ЦМИ хранится информация об инфраструктурных объектах с базовым набором атрибутов (минимальный набор атрибутивных данных, необходимый для идентификации объекта в заданных границах).

Основными задачами создания ЦМИ являются:

- создание и ведение базы пространственных данных об объектах инфраструктуры, включая данные дистанционного зондирования земли и картографическую основу;
- обеспечение единства источников предоставления пространственной и атрибутивной информации об объектах инфраструктуры для автоматизированных систем (программных комплексов), иных потребителей БЖД;
- реализация единства и совместимости координатного описания объектов инфраструктуры для всех источников и потребителей пространственной информации;
- нормативное закрепление единства и связи линейных железнодорожных (километровые столбы) и географических координат (координат проекции) объектов инфраструктуры Белорусской железной дороги.

Формирование ЦМИ осуществляется на базе следующих принципов:

- единства места хранения пространственной информации – любая пространственная информация об объектах железнодорожной инфраструктуры, которая формируется подразделениями БЖД, должна храниться, обрабатываться и интегрироваться в единую базу данных пространственной информации;
- единства пространственной и атрибутивной информации – каждый объект инфраструктуры описывается совокупностью пространственной (геогра-

фические координаты (координаты проекции), высота, геометрия ключевых точек) и набором атрибутивной информации;

– нормативности информации – процессы получения и актуализации пространственной и атрибутивной информации объектов ЦМИ должны быть описаны, регламентированы и подтверждены соответствующими нормативными документами;

– актуальности информации – любое изменение объекта инфраструктуры, которое приводит к изменению пространственного положения (геометрии) его ключевых точек или базового набора атрибутов, должно фиксироваться в ЦМИ.

Появление ЦМИ, средств автоматизированного контроля и диагностики и ГИС-инструментов на БЧ простимулировало заказ на создание электронных паспортов хозяйств.

**Электронные паспорта** – системы, в которых создаются «цифровые двойники». Актуальность информации в данных системах поддерживается либо в автоматизированном режиме при помощи независимых средств измерения параметров (современный термин – технологии «Интернета вещей», IoT) либо технологическим персоналом БЧ после фиксации изменения состояния физического объекта. В этом случае должно выполняться жесткое условие: технологический процесс, связанный с изменением состояния физического объекта, не может быть завершен, пока соответствующим образом не изменена цифровая модель. В данных системах ведется нормативное и фактическое состояние объектов и на основании обработки данной информации обеспечивается процесс учета, планирования и поддержки управляющих решений.

В настоящее время разработаны и внедрены в эксплуатацию автоматизированные системы по управлению государственным имуществом БЧ (АС «Имущество») и формированию продольных профилей путей (АС «Профиль») и Электронный паспорт дистанции пути БЖД (АС «Паспорт дистанции пути»). На стадии формирования требований автоматизированные решения по ведению электронных паспортов хозяйств электроснабжения (прежде всего границы фидерных зон тяговых подстанций), сигнализации и связи, а также технико-распорядительного акта станции. Создание и актуализация отдельных ГИС-слоев ведется в системе АС «Атласы» КТЦ, которая имеет глубокую интеграцию с АС «Паспорт ОЖИ» и обеспечивает потребности отраслевых хозяйств, где в настоящий момент не целесообразно или не завершено формирование АС класса «Электронный паспорт».

Перспективой развития АС класса «Электронный паспорт» видится их увязка с финансовыми системами БЧ и эволюция от систем поддержки управляющих решений к прогнозно-управляющим системам, что позволит говорить о переходе от планово-регламентных схем обслуживания к схемам обслуживания «по состоянию».

Кроме создания «цифровых двойников» объектов железнодорожной инфраструктуры ведутся работы по созданию «цифровых двойников» подвижного состава (ПС), эксплуатируемого на БЧ

На БЧ введен в эксплуатацию и находится в постоянном развитии функционал Навигационного сервера, который обеспечивает прием и обработку информации от всех типов навигационных и диагностических устройств, установленных на ПС. В настоящее время на Навигационный сервер БЖД поступает информация от ПС, оснащенного системами АЗИМУТ, бортовых систем ДП-6 и ПС, оснащенного универсальным коммуникационным навигационным блоком (УКНБ).

На дороге завершен процесс по проектированию, апробации и организации производства УКНБ на Брестском электротехническом заводе. УКНБ – универсальное (для всех типов подвижного состава) коммуникационное устройство, обеспечивающее базовую задачу получения и передачи информации о дислокации локомотива, а также обладающего широким набором интерфейсов и программным обеспечением, обеспечивающих съём и передачу информации (включая ручной ввод) с различных бортовых устройств на навигационный сервер БЧ.

Отличительной особенностью УКНБ от других навигационных устройств такого класса является реализация в нем железнодорожной бизнес-логики. Кроме базовых данных о скорости, географическом положении и номере ПС, УКНБ передает: номер и время начала/окончания маршрута, номер и время начала/окончания поездки; табельный номер машиниста; режим работы ПС, расход ТЭР в начале/конце маршрута и поездки или в момент прохождения заданной точки. В планах Белорусской железной дороги на 2021 год – оснащение УКНБ более чем 150 единиц ПС, прежде всего маневрового и ПС, занятого в хозяйственных работах.

Основным назначением Навигационного сервера является формирование **ситуационных событий (ЖД-событий)**, которые составляются на основании данных, полученных от навигационных и диагностических устройств ПС, и их соотнесении с объектами железнодорожной инфраструктуры включенных в ЦМИ, а также их последующая передача в отраслевые АС для повышения их достоверности и оперативности.

Подходы к построению данных систем являются не типовыми для классических систем контроля дислокации и носят отпечаток особенности работы железнодорожного транспорта. Информация о дислокации ПС, его пробеге за период времени или скорости движения, которая активно используется в ГИС-системах для автомобильного транспорта для железной дороги является малоинформативной. Для ее продуктивного использования необходимо постоянное соотнесение с объектами железнодорожной инфраструктуры.

Например: информация о дислокации того или иного ПС на карте является малоинформативной для эксплуатационного персонала, а событие «Факт и время остановки у пассажирской платформы», уточняет факт прибытия пас-

сажирского поезда; событие «Проследования ПС координаты точки межотделенческого стыка», уточняет факт сдачи поезда по стыку и т. д.

Применение данных технологий формирования и обработки ж.-д. событий уверенно находит применение на полигоне БЖД (рисунок 1), например:

- на станции Степянка тестируется взаимодействие Навигационного сервера с АСУ С «Агат», в части автоматизированного контроля выполнения маневровых заданий на рабочем месте ДСЦ и автоматизированного ведения графика исполненной работы;

- обеспечено взаимодействие Навигационного сервера с АС «ГИД НЕМАН», тестируется возможность уточнения времен графика исполненного движения;

- с использованием ж.-д. сообщений, получаемых от Навигационного сервера, проводится работа по созданию технологии контроля ТЭР в разрезе поездов и участков обращения ПС, в том числе в разрезе фидерных зон тяговых подстанций;

- к концу текущего года планируется к внедрению подсистема Навигационного сервера, в которой будет реализована возможность контроля фактической работы маневрового подвижного состава и подвижного состава, занятого в хозяйственных работах.

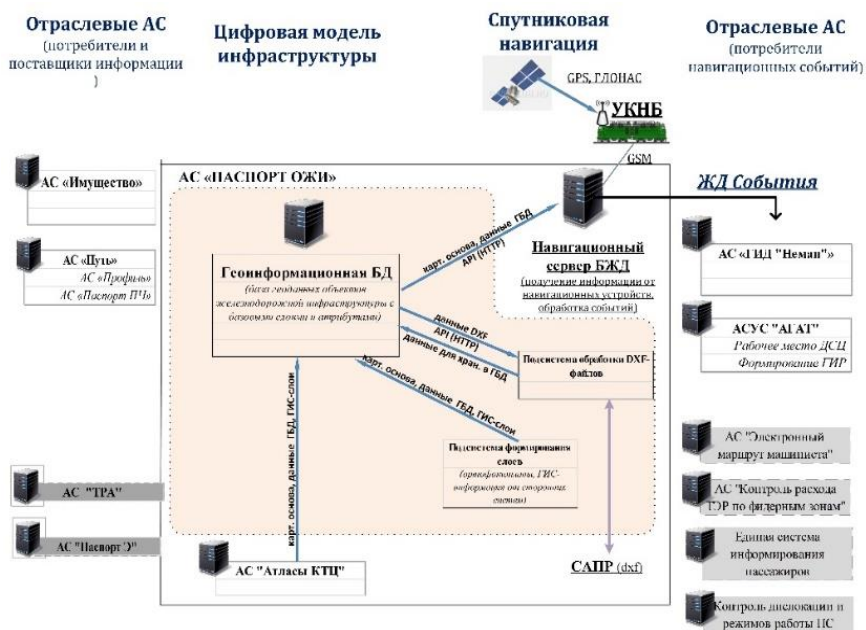


Рисунок 1 – Структурная схема элементов, реализующих ГИС-технологии на БЖД

Перспективными представляются и уже прорабатываются следующие задачи:

- контроль исполненного графика движения пассажирских поездов;
- автоматизированное управление информированием и оповещением пассажиров;
- диагностика климатических параметров и технического состояния пассажирского подвижного состава;
- управление локомотивными бригадами (электронный маршрут машиниста);
- автоматизированная передача информации о расписании движения поездов и действующих предупреждениях на ограничение движения поездов (ф. ДУ-61) на борт локомотива;
- оповещение работников БЧ, выполняющих работы на путях, о приближении поездов.

Для каждой из озвученных задач отдельно требуется определение точности позиционирования и дискретности получения ж.-д. сообщений. В начале проекта были использованы базовые рекомендации, разработанные ОАО «НИИАС», в частности, точности позиционирования ПС на железнодорожных станциях и других ответственных участках  $\pm 1,2$  м; на перегонах  $\pm 10-15$  м; дискретность передачи информации 1 мин и отображение местоположения на цифровой карте соответствующего масштаба  $\pm 10-15$  м. Однако, уже сейчас очевидно, что данные параметры нужно выбирать исходя из конкретной задачи и требований автоматизируемых бизнес-процессов. На постоянной основе идет процесс поиска инструментов повышения точности позиционирования, в частности, прорабатывается технология взаимодействия со Спутниковой системой точного позиционирования (ССТП) Республики Беларусь, запущенной в 2016 году РУП «Белаэрокосмогеодезия».

Таким образом, устанавливаются новые возможности ГИС, которые появились при создании данных инструментов. Дальнейшая интеграция ГИС в бизнес-процессы БЧ связана с решением задач: определения потребности в данной информации, формирования требований к точности и частоте получения событий, поиск объектов инфраструктуры и навигационных данных, на основе которых должны формироваться те или иные ж.-д. события, разработка технологии обмена с отраслевыми АС и, при необходимости, внесении изменений в нормативные документы, реализующие данные бизнес-процессы.

Совмещение новых технологий с традиционными техническими решениями, применяемыми на БЖД, может стать новым источником снижения удельного расхода топливно-энергетических ресурсов, сокращения эксплуатационных расходов, формирования принципиально новых условий труда для работников транспортной отрасли, повышения производительности труда, а также повышения уровня безопасности движения.

### Список литературы

1 СТП БЧ 31.372-2017 Инженерно-геодезические изыскания. Составление масштабных планов, продольных и поперечных профилей объектов железнодорожного транспорта. – Минск : Бел. ж.д., 2017. – 134 с.

2 Применение предметно-ориентированной ГИС для решения задач оперативного управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге / А. А. Ерофеев [и др.] // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2018. – № 2 (37). – С. 50–56.

3 Цифровая модель ГИС-технологий для решения задач оперативного управления перевозочным процессом / В. Г. Кузнецов [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2018. – № 2 (37). – С. 66–71.

4 Развитие системы мониторинга при создании автоматизированной системы управления состоянием инфраструктуры железной дороги / Г. В. Глевицкий [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч.I / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. ж.-д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 15–16.

5 Сафроненко, А. А. Разработка онтологии инфраструктуры железных дорог как основы эффективной информатизации подразделений / А. А. Сафроненко // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – Гомель, 2013. – № 1 (26). – С. 59–62.

6 Розенберг, И. Н. Интегрированная система управления железной дорогой с применением спутниковых технологий / И. Н. Розенберг, О. В. Тони, В. Я. Цветков // Транспорт Российской Федерации. – 2010. – № 6. – С. 54–57.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Езерский Валерий Александрович, г. Минск, ГО «Белорусская железная дорога», заместитель начальника службы информационных технологий, nitm@upr.mnsk.rw.by.

УДК 656.2.032.99

## ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ТАРИФИКАЦИИ УСЛУГИ ПО ПОДАЧЕ И УБОРКЕ ВАГОНОВ ЛОКОМОТИВОМ ПЕРЕВОЗЧИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

*И. А. ЕЛОВОЙ, Л. В. ОСИПЕНКО, Е. Н. ПОТЫЛКИН*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В связи с изменениями экономических отношений на рынке перевозок в последние десятилетия плата за услугу по подаче и уборке вагонов локомотивом перевозчика на железнодорожные пути необщего пользования претерпела ряд трансформаций.

В 1989 году для всей сети железных дорог СССР была введена система железнодорожных грузовых тарифов, в том числе ставки сборов за подачу и уборку вагонов, в основе которой лежали среднесетевые издержки в услови-