

УДК 656.21:004.94

И. В. КОРОТКЕВИЧ

*Акционерное общество «Объединенная химическая компания «Уралхим»,
г. Москва*

ivan.korotkevich@uralchem.com,

Ю. С. СМАГИН

ООО «Сименс Мобильность», г. Москва

iurii.smagin@siemens.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ПО АДЕКВАТНОМУ ФУНКЦИОНАЛУ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Рассматривается возможность эффективного применения цифровой модели крупного железнодорожного промышленного узла для повышения качества организации маневровой работы. Информационный двойник станции использует актуальные данные положения подвижного состава, обеспечиваемые RFID-технологией SOFIS с сигнальными реперными точками на фиксированных позициях станционных путей и бортовыми антеннами на маневровых локомотивах.

Крупные промышленные узлы выполняют значительные объемы перевозочной работы, используя инфраструктурные ресурсы сортировочных и участковых железнодорожных станций общей и внутризаводской сети железных дорог. Например, недельный вагонооборот Кирово-Чепецкого промышленного узла составляет более 2000 вагонов, одновременно работают 6–7 собственных локомотивов и несколько локомотивов контрагентов. Общая протяженность используемых в работе железнодорожных путей Кирово-Чепецкого филиала Уралхим превышает 50 км. На территории филиала расположено собственное локомотивное депо и пункт подготовки вагонов. Управление маневровой работой на станциях Кирово-Чепецкого промышленного узла осуществляется диспетчерскими постами, оснащенными электрической централизацией. Схема железнодорожного узла представлена на рисунке 1.

Посты электрической централизации Промышленный и Заводской обеспечивают управление стрелками и сигналами соответствующих парков. Пути, пролегающие по территории заводских цехов, расположены на удалении от существующих постов ЭЦ, и их централизация до сих пор не проведена. В настоящее время вопрос о переводе на ЭЦ-управление не рассматривается из-за высокой стоимости соответствующих работ и стабильно высокой загрузки инфраструктурных устройств станции.

Таким образом, существующая технология планирования, организации и выполнения маневровой работы определяется достаточно устаревшей автоматикой. Непосредственное оперативное управление работой станции осуществляется из разных мест. Ввод технологически значимой информации в информационные устройства также производится из разных мест. Поэтому дальнейшее повышение эффективности работы станции требует расширения горизонта влияния системы управления.

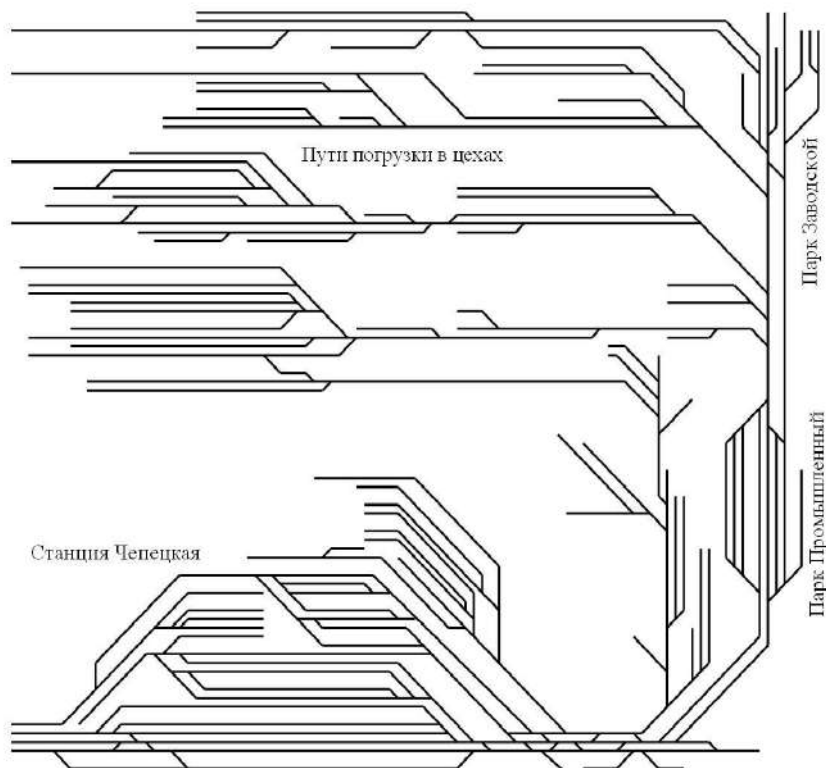


Рисунок 1 – Схема железнодорожного узла

Используя опыт создания автоматизированных систем специалистами УРАЛХИМ совместно с фирмой «Сименс Мобильность», была поставлена и решена задача создания цифровой объектной модели железнодорожной инфраструктуры предприятия. Данная модель позволяет проводить расчеты реальной транспортной нагрузки. Разработанная модель использует информацию о реальных передвижениях маневровых локомотивов на основе внедренной системы их позиционирования и онлайн-телеметрии.

Применение установленных на всех локомотивах филиала бортовых регистраторов позволяет фиксировать текущее нахождение локомотивов. Для получения более детальной информации о дислокации локомотивов были применены бортовые устройства, позволяющие использовать систему позиционирования SOFIS фирмы Siemens для контроля перемещений локомотивов с точностью до нахождения на участке пути и стрелочных переводах. Следует отметить, что компания Siemens применила SOFIS как элемент системы автоматического управления локомотивом в инфраструктурном проекте сортировочной станции Лужская ОАО «РЖД».

Пилотный проект цифрового двойника железнодорожной инфраструктуры предприятия основан на математической объектной модели с высокой детализацией до линейных размеров отдельных станционных путей и стрелочных переводов. По причине отсутствия оцифрованной информации низкого уровня от системы ЭЦ и данных по дислокации вагонов с точностью до элементов путевого развития в качестве исходных сведений о маневровой работе была принята информация из станционной АСУ (в части коммерческих и технических операций, производимых с вагонами и имеющих аналитику координатных позиций объектов). Кроме того, было принято, что в идеальной модели движение осуществляется по кратчайшему пути, ходовые пути не занимают и конфликтов нет. С учетом принятых допущений и на основе матрицы связанности элементов инфраструктуры с использованием алгоритма Флойда – Уоршелла были определены длины кратчайших путей между парами выделенных вершин по точкам начала и окончания маршрутов передвижения подвижного состава, что позволило получить элементную нагрузку на станционную инфраструктуру.

Полученные на основании расчетов данные использовались для принятия управленческих решений в части планирования работы железнодорожной инфраструктуры и обоснования ее развития с учетом увеличивающихся объемов перевозок. Методика расчета загрузки инфраструктуры по тонно-километровой работе на основе реальных данных с использованием цифрового двойника позволила обоснованно подготовить бизнес-план для рассмотрения на инвестиционной комиссии компании. В ходе его защиты руководству компании была продемонстрирована необходимость увеличения финансовых средств на содержание железнодорожной инфраструктуры. Аргументы основывались на том факте, что при значениях нагрузки 20 млн т/год по критически загруженным элементам целесообразно проводить ремонтные работы не реже чем 1 раз в 3 года. В ходе анализа было выявлено, что полученные в модельном эксперименте результаты не являются верхним пределом эффективности, так как в расчетах были учтены только основные компоненты технологических операций. В целях повышения эффективности управления, оптимизации расходов на содержание и развитие инфраструктуры, обеспечение качественного планирования и исполнения бюджета были предложены следующие решения:

– реализовать проект по оптимизации взаимодействия железнодорожного подразделения с производственными отделами, локальными контрагентами и станцией примыкания ОАО «РЖД»:

– использовать цифровую модель станции в части детализированного суточно-многосуточного планирования;

– проводить контроль и анализ передвижений маневровых локомотивов на основе данных, полученных из информационных систем, в том числе с применением систем автоматической регистрации;

– выделить целевой проект «Системы позиционирования и онлайн-телеметрии» с включением подпроектов для функций автоматизации регистрации перемещений подвижного состава по элементам инфраструктуры, функций ведения электронного паспорта станции и паспортов элементов;

– рассмотреть возможность разработки проекта по реализации имитационной модели станций с выделением функций автоматического анализа и учета влияния новых пунктов погрузки-выгрузки на железнодорожную инфраструктуру с индикацией узких мест, целевой оптимизацией использования ресурсов на суточном и многосуточном горизонте, автоматического расчета вариантов маневровой и грузовой работы на различных вариантах путевого развития станций.

Эти модельные возможности позволят реализовать новый функционал автоматизированного управления посредством использования:

– программного менеджера загрузки станции;

– маневрового автодиспетчера (на первом этапе – в режиме подсказки, на втором – в режиме автодействия с установкой на борт системы автоматического управления локомотивом (САУЛ));

– рационального планирования развития и модернизации железнодорожной инфраструктуры станции.

В процессе анализа результатов, полученных с использованием цифровой модели, стало очевидно, что требуется разработка нового решения для сбора и анализа данных из real-time-систем железнодорожной автоматики. Так, наблюдается значительное различие в продолжительности времени погрузки вагонов для однотипных операций на подъездных путях. Было выявлено, что отсутствует информация о перемещениях локомотивов между маневровыми районами, перемещениях, связанных с обработкой маневровых групп на пути и т. д. Кроме того, расчетное передвижение по кратчайшему расстоянию фактически не совпадает с реальным перемещением локомотивов из-за ограничений, вызванных враждебностью маршрутов, высокой загрузкой горловин или занятием путей и стрелочных секций, избыточным вагонным парком на станции и др.

Эти проблемные позиции были решены обеспечением станций новыми техническими устройствами. На маневровых локомотивах железнодорожных предприятий УРАЛХИМ были установлены бортовые регистраторы

КПД-3ПА взамен морально устаревшего механического скоростемера ЗСЛ2М. Полнота и качество информации в системах управления в новых системах достигаются использованием сертифицированной на железных дорогах RFID-технологии SOFIS. В качестве сигнальных реперных точек используются фиксированные позиции на станционных путях. Маркерами служат датчики RFIDSOFIS, которые имеют типовое и достаточно надежное крепление к шпале (рисунок 2).

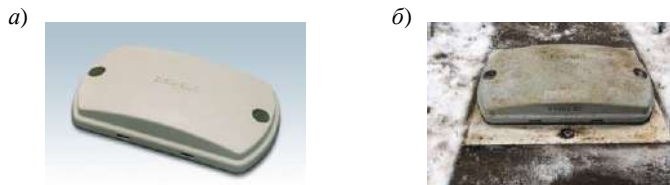


Рисунок 2 – Датчик RFIDSOFIS (бализа):
а – общий вид; б – крепление к шпале после трех лет эксплуатации

Для установки бализы на железобетонные шпалы используется специальный монтажный щиток. Бализа крепится винтами к щитку, который, в свою очередь, прикрепляется к железобетонной шпале. На маневровом локомотиве устанавливается бортовая антенна RFIDSOFIS (рисунок 3).



Рисунок 3 – Бортовая антенна RFIDSOFIS

Объектная модель станции содержит порядка 300 элементов. Количество меток определяется исходя из эксплуатационных задач, решаемых системой, и при необходимости инженерным персоналом выполняется монтаж или демонтаж меток и вносятся изменения в систему с помощью специализированного редактора, так как контрольные точки, лежащие на границах элементов, необходимо привязывать к пунктам производства технологических операций, связанных с передачей вагонов с внешней сети, расстановкой-сборкой вагонов, подачей-уборкой с грузовых фронтов и т. д. Расчетами было определено, что для эффективной работы требуется не менее 200 SOFIS-меток. Примерная стоимость оборудования SOFIS – не более 9 млн рублей, что составляет менее 10 % стоимости нового маневрового локомотива. Для сравнения, ком-

мерческая ставка за использования вагона в сутки превышает 1 тыс. руб. Также необходимо учесть, что для маневровых локомотивов методики определения технологичности простоя не существует.

Таким образом, сложившаяся технология учета и оценки потерь в маневровой работе, базирующаяся на ручном вводе части операций (в основном коммерческих) и невозможности использования в цифровых моделях устаревшей железнодорожной автоматики не позволяют выявить, а следовательно уменьшить потери в маневровой работе такого крупного узла, как Кирово-Чепецкий. Затрудняется принятие инвестиционных решений по развитию железнодорожной инфраструктуры на верхних уровнях компании, возникают конфликты интересов подразделений на среднем уровне.

Поэтому наличие на предприятии детализированного цифрового двойника железнодорожной инфраструктуры, который использует реальные данные о передвижении подвижного состава, полученные с устройств автоматики, открывает ряд принципиально новых возможностей:

- детализированного расчета показателей работы локомотивного и вагонного парков с привязкой к технологическим операциям на основе свободных от субъективного фактора данных с автоматических систем;

- факторного анализа конфликтов бизнес-интересов между участниками перевозочного процесса путем индивидуального трекинга перехода вагонов и локомотивов через виртуальные контрольные точки и индивидуального расчета простоев в зонах ответственности каждого участника перевозки груза на основе свободных от субъективного фактора данных с автоматических систем;

- расчета комплексных показателей эффективности работы единой смены на основе свободных от субъективного фактора данных с автоматических систем;

- объективного и оперативного информирования руководства производственных, коммерческих и логистических подразделений холдинга о случаях срыва плана транспортного обслуживания производства непрерывного цикла;

- автоматического анализа и выявления проблемных мест (например, поиск и отображение на схеме станции мест частых остановок и простоев подвижного состава);

- формирования новых методов контроля эффективности работы локомотивного парка. Использование данных по фактически выполненным перемещениям с учетом веса маневровой группы, продольного и поперечного профилей железнодорожных путей позволяет с использованием тяговых расчетов оценить профессионализм машинистов и провести нормирование расхода топлива;

- создания фундамента для развития системы детализированного сменно-суточного и многосуточного планирования маневровой работы узла;

- обеспечения двухстороннего взаимодействия с системой интеллектуального управления парком вагонов.

I. V. KOROTKEVICH, Yu. S. SMAGIN

MODELING RAILWAY STATION ON ADEQUATE THE DIGITAL TWIN

The article deals of effective application digital model of large railway industrial junction for increase of quality organization shunting work. The digital twin of station uses actual data of the rolling-stock with the RFID-technology SOFIS, with points on fixed positions of station tracks and board aerals on shunting locomotives.

Получено 02.10.2021

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 3. Гомель, 2021**

УДК 656.615(575.4)

Н. А. КУЛИЕВ, К. А. ХОДЖАНЕПЕСОВ

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашхабад,

А. Х. ШИХИЕВ

Институт инженерно-технических и транспортных коммуникаций

Туркменистана, г. Ашхабад

hkakabay@mail.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МОРСКОЙ ПОРТ ТУРКМЕНБАШИ – «МОРСКИЕ ВОРОТА» ТУРКМЕНИСТАНА

Отмечается большое внутригосударственное и международное значение строительства морского порта Туркменбаши. Создаваемый в международном морском порту логистический центр активно использует морской, автомобильный, железнодорожный и воздушный транспорт. Морской порт будет способствовать развитию долгосрочного межрегионального сотрудничества и откроет огромные возможности в освоении транспортных потоков на Евразийском пространстве. Отмечается важное стратегическое значение данного порта для всех стран региона Центральной Азии и Каспийского бассейна, обуславливая активную интеграцию регионального сообщества в международную систему экономических связей с повышением роли Туркменистана как важного центра транзитных сообщений.

Туркменистан по географическому расположению находится на перекрестке маршрутов древнего Великого шёлкового пути. Поэтому построение транзитных и внутренних транспортно-коммуникационных сетей отвечает интересам многих стран региона. Образование межгосударственной транспортной инфраструктуры вызывает особый интерес со стороны ООН и