

## «Безлюдные» технологии в железнодорожном транспорте Арктической зоны

**О.В. Голубев**

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС); г. Екатеринбург, Россия

### АННОТАЦИЯ

В настоящее время уделяется большое внимание развитию Арктической зоны Российской Федерации. В первую очередь речь идет об освоении месторождений полезных ископаемых. Особенностью указанных территорий является очень низкий показатель плотности населения, менее одного человека на один квадратный километр. Условия жизни для человека там не самые лучшие. Без должного транспортного обеспечения освоение месторождений невозможно. В этой связи на первый план выходит возможность использования «безлюдных» технологий во всех сферах жизнедеятельности человека.

Сегодня в мире активно развиваются технологии Big Data, которые позволяют обработать большие массивы данных. В качестве транспортного обеспечения Арктической зоны наиболее выигрышно выглядит железнодорожный транспорт. Основные системы железнодорожного транспорта — железнодорожный путь и подвижной состав с интегрированными в них системами, обеспечивающими безопасность перевозочного процесса. Функционирование этих систем должно соответствовать суровости климата региона. При выполнении данных условий возможна успешная реализация проекта строительства Трансполярной магистрали.

**Ключевые слова:** «безлюдные» технологии; Арктическая зона; бесстыковой путь; геометрия рельсовой колеи; информационно-цифровая модель; автоведение; градиентная закалка

## “Deserted” technologies in the railway transport of the Arctic zone

**Oleg V. Golubev**

Ural State University of Railway Transport (USURT); Ekaterinburg, Russian Federation

### ABSTRACT

Currently much attention is paid to the development of the Arctic zone of the Russian Federation. First of all, we are talking about the development of mineral deposits. The peculiarity of these territories is a very low population density, less than 1 person per square kilometer. The living conditions for people there are really not the best. At the same time, without proper transport support for these territories, the development of deposits is impossible. In this regard, the possibility of using “deserted” technologies in all spheres of human life comes to the fore.

Today the world is actively developing Big Data technologies that allow you to process large amounts of data. And this means that people can rest and entrust routine operations to a computer.

Rail transport looks most advantageous as a transport support for the Arctic zone. The main railway transport systems are railway tracks and rolling stock with integrated systems that ensure the safety of the transport process. The functioning of these systems should be consistent with the severity of the region's climate. If these conditions are met, the Transpolar highway construction project can be successfully implemented.

**Keywords:** “deserted” technologies; Arctic zone; path without joints; rail track geometry; information and digital model; auto-driving; gradient hardening

## ВВЕДЕНИЕ

Для развития промышленности и социально-экономической сферы в Арктической зоне РФ необходимо строить транспортные магистрали с учетом развития современной техники и технологий строительства [1–3].

Важным является не только строительство транспортных магистралей, но и их дальнейшая эксплуатация на протяжении долгих лет. Условия эксплуатации в Арктической зоне РФ сложны для работы человека, поэтому применение «безлюд-

ных» технологий (далее — БТ) и искусственного интеллекта особенно актуально.

Чем сложнее техника, чем больше в ней элементов, тем она уязвимее. Однако в современных условиях откатываться назад не стоит, а следует установить системы контроля и оповещения.

Основными принципами БТ технологий являются:

- снижение роли человеческого фактора в процессе управления технологическими процессами;
- снижение эксплуатационных затрат;

- обеспечение высоких показателей надежности и безопасности;
- оперативный сбор, анализ и передача данных;
- технологии умного транспорта;
- работа всех элементов транспортной инфраструктуры в едином координатном пространстве в режиме реального времени;
- использование систем мониторинга непрерывного действия;
- подготовка и использование средств оценки состояния людей, задействованных в технологических процессах.

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ «БЕЗЛЮДНОГО» ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время многие страны мира уделяют большое внимание развитию робототехники и организации «безлюдного» производства [4].

В России реализуется ряд федеральных программ, ориентированных на развитие цифровой экономики<sup>1</sup>. Указом Президента Российской Федерации «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» от 10.10.2019 № 490 была утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Данный факт подтверждает необходимость продолжения работы в этом направлении.

Развитие «безлюдных» роботизированных технологий на железнодорожном транспорте должно носить более осмысленный характер с учетом важности железнодорожной отрасли для экономики страны.

Концепция «безлюдного» производства для железнодорожного транспорта направлена на вытеснение человека из сферы исполнительно-технологических функций. Сегодня целесообразно проанализировать возможности уже готовых технологий для их использования на всех уровнях производства, обеспечивающего безопасность и бесперебойность перевозочного процесса в условиях Арктической зоны. Определить «слабое звено» в производственном процессе, где не обеспечено выполнение требуемых функций с применением БТ.

Использование БТ должно носить комплексный (единый) характер для подразделений, участвующих в обеспечении безопасности и бесперебойности перевозочного процесса. Сегодня, например, БТ активно развиваются и имеют практическое при-

менение на подвижном составе, прежде всего это локомотивы без машиниста, интеллектуальный круиз-контроль на основе машинного чтения, обучение машинистов в режиме реального времени. Компания JR East планирует в 2020 г. внедрить программу автоматического управления движением поездов в районе Токио<sup>2</sup>. Что касается тяговых установок, то они должны использовать местное топливо — газ, в том числе от продуктов сгорания угля, если рассматривать дальнейшую перспективу строительства и эксплуатацию участка Северного широтного хода (СШХ) до Таймырского п-ова, где найдено крупное месторождение антрацита — твердый сорт каменного угля с высоким содержанием углерода.

При применении БТ особенно высоки требования к качеству и эффективности систем контроля и управления. Необходимо быстро переходить с одного режима на другой. В условиях железной дороги это возможное снижение скорости на перегоне в зависимости от условий, уплотнение трафика поездов путем разделения маршрутов.

Для этого потребуются специализированные робототехнические комплексы, которые будут выполнять функционал не только отдельных подразделений, таких как дистанция пути (ПЧ); дистанция сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ); дистанция электрификации и энергоснабжения (ЭЧ) и др., но и всех вместе.

При этом следует соблюдать принципы организации производственного процесса. Они подробно изложены в работе [4]. Принципы пропорциональности, дифференциации, комбинирования, концентрации, специализации, универсализации, стандартизации, параллельности, прямоочности, непрерывности, ритмичности, автоматичности необходимо раскрыть применительно к функционированию железнодорожной инфраструктуры в условиях Арктической зоны РФ. Важно то, что принципы носят парный характер, взаимосвязаны и переходят в свою противоположность.

БТ не стоит рассматривать только в разрезе соблюдения основных процессов. Обслуживающие процессы должны быть «переплетены» с основными. Для этого широко применяются различные автоматизированные системы управления (АСУ) технологическим процессом (ТП).

Для железных дорог АСУ ТП могут иметь трехуровневый принцип построения:

- нижний уровень — датчики, сканирующие устройства;

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы „Цифровая экономика Российской Федерации“».

<sup>2</sup> Компания JR East планирует в 2020 году внедрить программу автоматического управления движением поездов в районе Токио. URL: <http://www.zdmira.com/news/kompaniajreastplaniruetv2020goduvnedritprogrammavtomaticeskogouravleniadvizeniempoezdovvrajonetokio>

- средний уровень — различные программируемые контроллеры (в том числе AI), которые получают данные от датчиков, обрабатывают их и выдают команду управления;
- верхний уровень — визуализация, мониторинг и сбор данных, сравнение с граничными параметрами, при необходимости оператор может внести изменения в технологический (перевозочный) процесс.

АСУ ТП должны работать в режиме реального времени. Важнейшим элементом любой АСУ ТП являются сети, по которым передаются сведения и команды управления. Следует обеспечить защиту информации для исключения «сливания» данных.

Железнодорожный транспорт относится к непрерывному виду производства. БТ предполагают, что человек в течение определенного интервала времени будет максимально освобожден от подготовки, планирования и управления производством. Нужно четко понимать, что железные дороги это протяженный, а не площадной объект. Тогда необходимо понимание того, какое количество людей достаточно для обслуживания этого объекта именно в территориальных границах его размещения. При этом центр управления может быть размещен далеко от этих границ.

### Содержание рельсовой колеи

Составная часть содержания рельсовой колеи — ее техническая диагностика, основной задачей которой является обеспечение безопасности, функциональной надежности и эффективности работы технического объекта, а также сокращение затрат на его техническое обслуживание и уменьшение потерь от простоев в результате отказов и преждевременных выводов в ремонт.

Диагностирование технических объектов включает в себя следующие функции:

- оценка технического состояния объекта;
- обнаружение и определение места локализации неисправностей;
- прогнозирование остаточного ресурса объекта;
- мониторинг технического состояния объекта.

Мониторинг состояния — наблюдение за объектом для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние.

Такой мониторинг требуется проводить как можно чаще в суровых условиях эксплуатации железнодорожного транспорта, так как внеплановое устранение неисправного состояния объекта наиболее дорогостоящее.

В документе<sup>3</sup> в системе контроля и диагностики за объектами путевого хозяйства ОАО «РЖД» предусмотрен плавный переход на новый уровень, основанный на методиках оценки рисков (УРРАН) и обеспечивающий комплексное использование инновационных технических средств и информационных технологий. В Научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) разработана программа «Нейроэксперт» по прогнозированию и контролю текущего содержания пути и оценке рисков<sup>4</sup>.

В работе [5] предлагается принципиально новый подход к оценке геометрических параметров рельсовой колеи, определена четкая корреляционная связь между горизонтальными, вертикальными неровностями и показателями качества качения колеса по рельсу (количеством и длительностью касания гребнем колеса головки рельса). Очевидно, что имея идеальную рельсовую колею, ось колесной пары должна совпадать с осью рельсовой колеи. На рис. 1 представлен элемент системы оценки траектории качения колеса по рельсу, которая позволит:

- принимать решения о первоочередности устранения неисправностей рельсовой колеи не по амплитудному фактору (чем больше величина неровности, тем быстрее ее нужно исправлять), а с учетом таких факторов как количество  $N_{\text{касаний}}$  и длительность  $T_{\text{касаний}}$  касаний гребнем колеса головки рельса;
- определить траекторию качения колеса по рельсу с учетом различного сочетания неровностей рельсовой колеи;
- формировать банк данных о расположении колесной пары в колее в зависимости от скоростей движения и нагрузок на ось с учетом различного сочетания неисправностей рельсовой колеи. Эти данные возможно получить только при проведении масштабных натурных экспериментов или численных, с определенными допущениями и поправочными коэффициентами к результатам;
- определить порядок устранения наиболее значимых отступлений.

Предлагаемая система должна быть интегрирована в систему управления путевой инфраструктурой и движением поезда и позволит руководителю принимать обоснованное решение в рамках возможной ограниченности в трудовых ресурсах, при этом задача пропуска поездов с установленными скоростями и нагрузками на ось будет выполнена.

<sup>3</sup> Распоряжение ОАО «РЖД» от 27.04.2016 № 777р «Об утверждении Концепции развития систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства на период до 2025 года».

<sup>4</sup> Ученый совет АО «ВНИИЖТ» обсудил ключевые задачи строительства Северного широтного хода. URL: <https://www.vniizht.ru/?id=20&news=735>

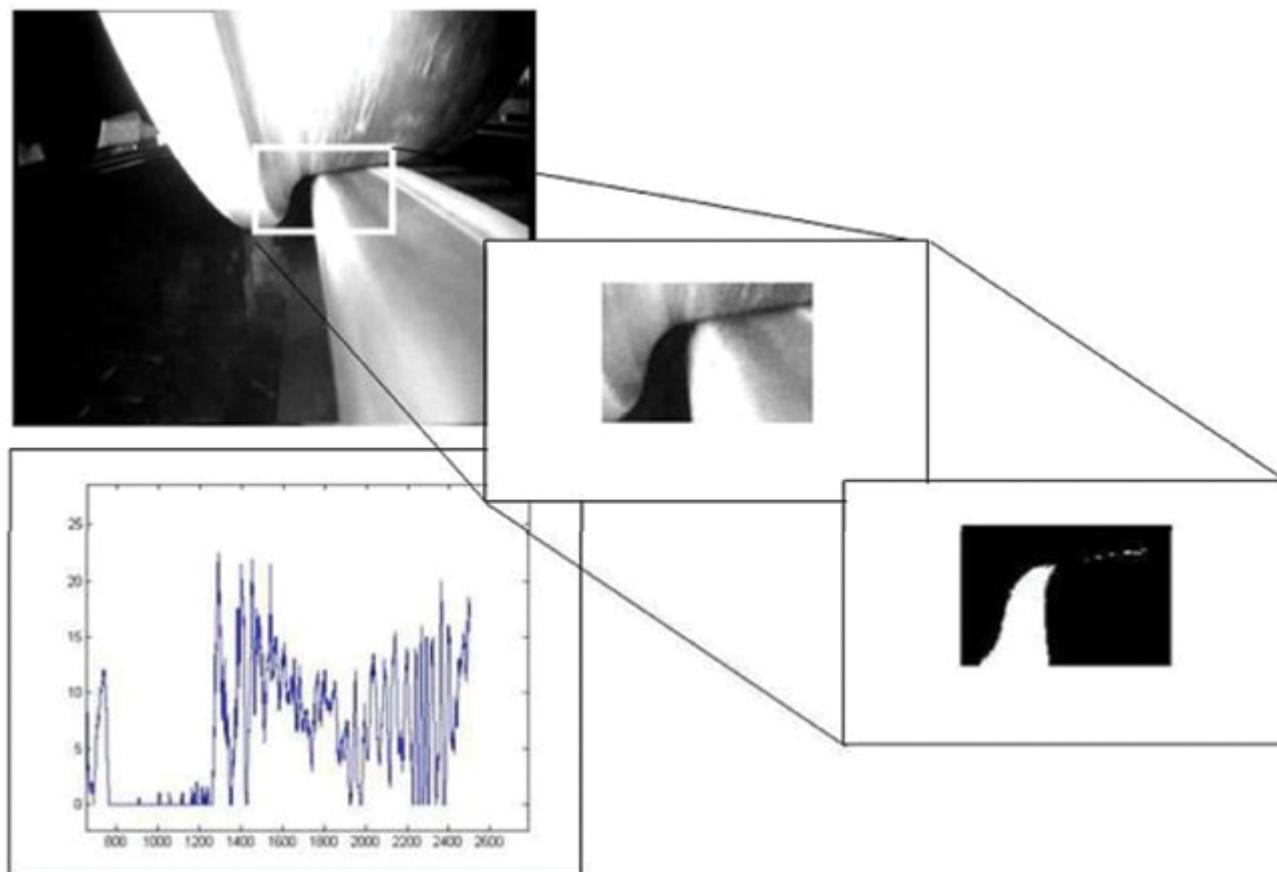


Рис. 1. Встроенная интеллектуальная система оценки траектории качения колеса по рельсу

### Содержание бесстыкового пути

Идее бесстыкового пути — более 100 лет. Преимущества конструкции бесстыкового пути очевидны<sup>5</sup>: продление сроков службы верхнего строения пути до 25 %; сокращение объемов работ по выправке пути на 25–30 %; сокращение расхода металла на стыковые рельсовые скрепления — 9 т на 1 км; уменьшение удельного сопротивления движению поезда и, в связи с этим экономия топлива.

Но в особенности содержания бесстыкового пути в условиях Арктической зоны РФ следует внести дополнения. Рельсы необходимо использовать низкотемпературной надежности, с повышенным пределом прочности. Этого добиваются путем добавления специальных легирующих элементов в рельсовую сталь. Применение таких рельсов позволит снизить вероятность разрыва рельсовой плети зимой, когда визуально определить смещение рельсовых плетей относительно «маячных» шпал невозможно. Летом для предотвращения выброса рельсовой плети необходимо постоянно следить за расположением риски на подошве рельса относительно риски на «маячной» шпале, а также контролировать геометрические очерта-

ния балластной призмы. Это достижимо благодаря системам видеонаблюдения и распознавания образов, косвенные показатели позволят путем пересчета определить напряжения в рельсовых плетях. Сегодня есть технологии, благодаря которым можно выявить напряжения, кафедрой путь и железнодорожное строительство УрГУПС разработано уникальное устройство «бализа», с его помощью осуществляют мониторинг за поперечной устойчивостью железнодорожной линии, выбросом и разрывом пути. При использовании бализы возможен контроль за угоном пути. Бализа определяет количество осей поезда и скорость их движения (рис. 2) [6].

Практически все средства диагностики реализуют какую-либо одну функцию (дефектоскопия, путеизмерение и т.д.), что ограничивает их возможности и создает сложности для проведения мониторинга, поскольку у программно-математического обеспечения эксплуатируемых сегодня средств диагностики различные разработчики и это не всегда позволяет конвертировать результаты контроля и диагностики в форматы, удобные для передачи в единую корпоративную автомати-

<sup>5</sup> Железнодорожный путь: учебник / под ред. Е.С. Ашпиз. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. 544 с.

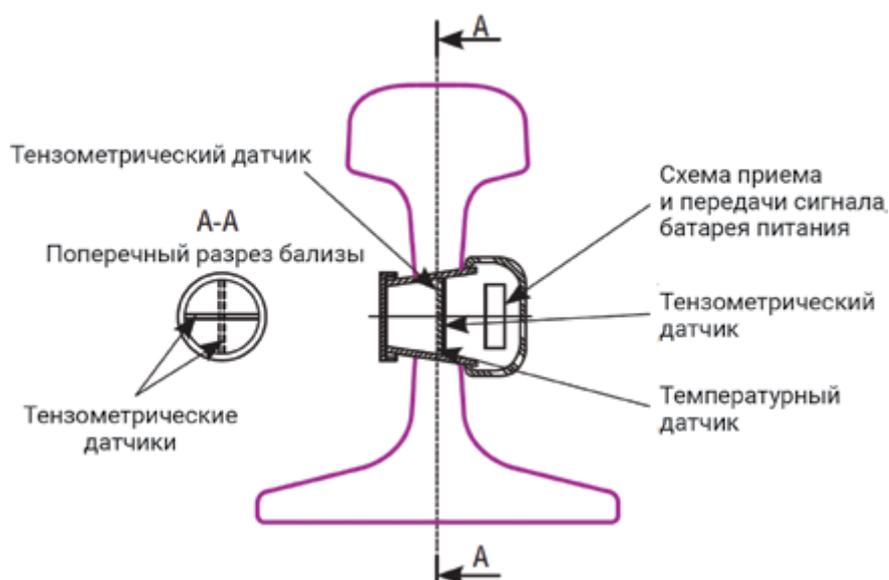


Рис. 2. Схема расположения балезы в рельсовой плети

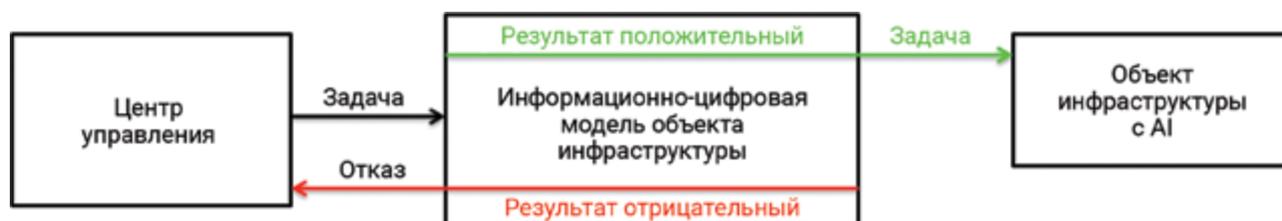


Рис. 3. Единый центр управления объектом инфраструктуры

зированную систему управления инфраструктурой (ЕК АСУИ)<sup>3</sup>. Комплексными и достаточными для обеспечения безопасности перевозочного процесса системами мониторинга должны оснащаться непосредственно подвижные единицы (в первую очередь локомотивы), что позволит получать информацию о состоянии путевой инфраструктуры наиболее часто. Система выявляет проблемные места до того, как они станут причиной серьезных происшествий, что способствует повышению безопасности и выстраиванию принципа оповещения следующего поезда по данным, полученным от впереди идущего. В зависимости от полученной информации следующий поезд продолжает движение с рекомендуемой скоростью, но не более скорости впереди идущего. Информация непрерывно дублируется в центр управления и обрабатывается. На рис. 3 представлена принципиальная схема взаимосвязи центра управления с путевой инфраструктурой через информационно-цифровую модель объекта инфраструктуры.

*Самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория на базе тепловоза СМДЛ-2ТЭ116. Уровень инновационности реше-*

ний, примененных на СМДЛ, превышает 50 %. Специально в рамках этого проекта были разработаны, значительно усовершенствованы и установлены на лаборатории новые высокотехнологичные системы измерения геометрии пути и рельсов, скоростного видеоконтроля, пространственного сканирования, контроля контактной сети, остаточной намагниченности рельсов и др. Встроенные автоматические системы жизнеобеспечения позволяют оборудованию практически во всех погодных-климатических условиях<sup>6</sup>.

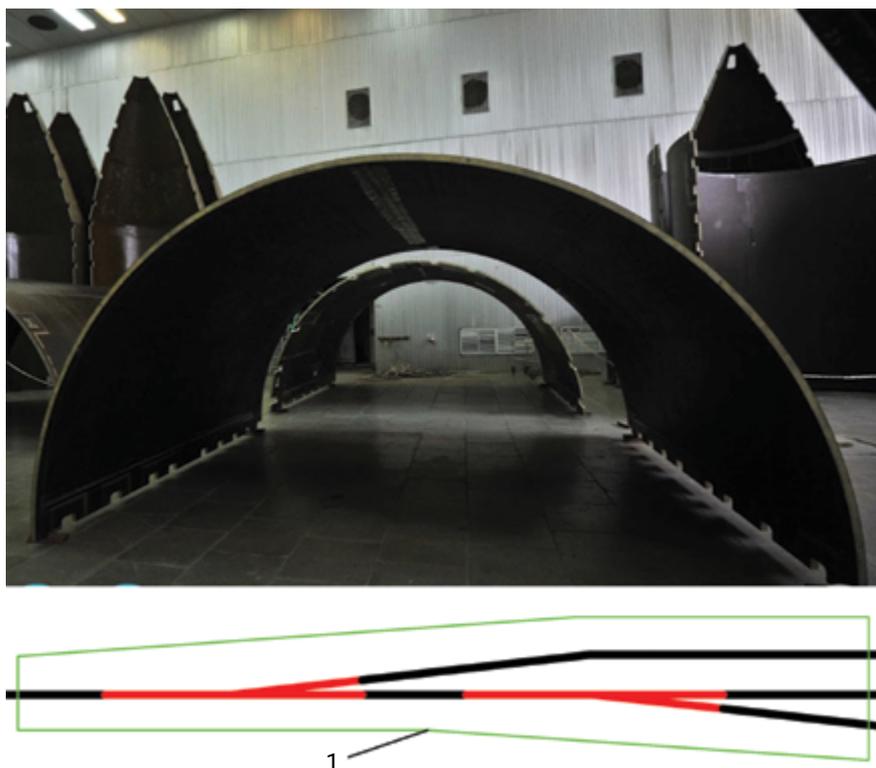
### Конструктивные особенности железнодорожного пути

С учетом ограниченности приемлемых условий для выполнения работ капитального характера и трудностью доставки рабочих на участок следует выполнять работы за один подход на конкретном участке до следующего ремонта.

В качестве некоторых предложений по совершенствованию конструкции и свойств отдельных элементов стоит обратить внимание на необходимость:

1. Упрочнения материалов с выравниванием срока эксплуатации (градиентное упрочнение ра-

<sup>6</sup> Самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория на базе тепловоза СМДЛ-2ТЭ116. URL: <http://www.infotrans-logistic.ru/page.htm?title=СМДЛ-2ТЭ116>



**Рис. 4.** Закрытие стрелочных переводов от снежных заносов: 1 — купольные конструкции из композитных материалов

бочей грани рельса в криволинейных участках пути). Градиентная закалка рабочей поверхности рельсов в криволинейных участках при помощи регулирования воздействия электронного пучка. Таким образом, будет достигнут эффект одновременности выполнения работ капитального характера на участке, без промежуточных работ по замене рельсов по боковому износу.

2. Использование оптического волокна и оптических рефлектометров для оценки состояния земляного полотна. Системы должны соответствовать суровым условиям Арктической зоны РФ [7]. Сегодня есть оптические кабели, которые работают при отрицательных температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Например, по маршруту СШХ Новый Уренгой – Надым – Салехард абсолютный минимум не ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ . При этом необходимо учитывать, что дальность действия рефлектометра до  $300\text{ км}^2$ , что позволит организовать центры управления в районах с развитой инфраструктурой.

3. Закрытия наиболее важных элементов от внешних воздействий, преимущественно участки с подвижными элементами — стрелочные переводы (рис. 4).

4. На опорах продольного электроснабжения должны быть установлены лазерные сканеры или

фотоаппараты, которые будут снимать впереди расположенные участки для оценки обстановки, принятия решений и предотвращения опасных ситуаций. На некоторых опорах возможно расположить станции с дронами «маячками» (беспилотниками), которые могли бы вылетать по команде и проводить инспектирование окрестностей и сообщать о неисправностях системы.

5. На протяженных участках следует обеспечить возможность оперативного обслуживания мобильными бригадами: наличие автономных пунктов обогрева, техника для быстрого доступа к аварийному участку без использования рельсового пути (квадроциклы, снегоходы и пр.), наличие аварийно-восстановительного запаса материалов.

6. Оборудования локомотивов выдвижными устройствами для отчистки от снега рельсовой колеи. Это позволит уплотнить график движения поездов и в тоже время чистить железнодорожный путь.

Для безусловного обеспечения безопасности перевозочного процесса все хозяйства, от надежности элементов которых зависит скорость перемещения грузов по железной дороге, должны быть интегрированы в один организационно-технологический комплекс, по сути, представлять

<sup>7</sup> Оптический рефлектометр. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80)



Рис. 5. Принципиальная схема обеспечения безопасности перевозочного процесса в условиях «безлюдного» производства

«единый организм». Работа отдельных подсистем этого комплекса не должна ограничиваться лишь своими проблемами, а участвовать в поиске оптимального решения для своевременной доставки груза из точки А в точку Б.

Авторами предлагается использовать следующую принципиальную схему обеспечения безопасности перевозочного процесса в условиях «безлюдного» производства, представленную на рис. 5. Суть схемы заключается в следующем. На каждом из участков железнодорожного пути устанавливается требуемая скорость для выполнения заказа. Каждое подразделение ПЧ, ШЧ, ЭЧ и др. сообщает о соответствии элементов, за работоспособность которых они отвечают, обеспечить требуемую скорость. Если по одному из подразделений невозможно в текущий момент времени обеспечить требуемую скорость, то выполняется оценка путем моделирования работы элементов в реальных условиях по последним актуальным данным, полученным от систем контроля и оповещения. Выполняется оценка. Положительным результатом оценки является надежность отдельных элементов с учетом обоснованного в данной ситуации коэффициента запаса. В том числе используя показатели анализа рефлектограмм. При отрицательном результате оценки принимается решение о снижении скорости и изменении графика движения так, чтобы заданное количество груза в заказе было доставлено

из точки А в точку Б вовремя. Принимаются меры по устранению причин неработоспособности элементов отдельных подразделений.

### Тяговый подвижной состав

Организация движения без водителя сегодня не нова. На гражданских автомобилях технология ведения без водителя уже используется, в первую очередь на электромобилях. Ученые из Пензы предложили оснастить автопилотом все машины с двигателем внутреннего сгорания. На промышленных предприятиях идея сделать карьерный самосвал беспилотным зрела давно. Плюсы роботизированных грузовиков очевидны. Робот может работать 24 часа в сутки. Ему не надо обедать, он не устает и не ошибается. У Белорусского автомобильного завода (БелАЗ), как говорят, самое слабое место (оно же и самое сильное) — это его водитель. Дело не только в том, что можно сэкономить на зарплатах тех, кто управляет тяжеловозами. Нередко в карьерах останавливается работа из-за тумана или задымленности. Человеку в таких условиях работать трудно и даже опасно, а вот роботу — в самый раз<sup>8</sup>.

Исключением не является и магистральный железнодорожный транспорт. Здесь условия еще более однотипны: унифицированный вес поезда, однотипные локомотивы, движение по заданной траектории (рельсовой колее) в плане и про-

<sup>8</sup> Беспилотный БелАЗ: он оставит водителей без работы! URL: <https://www.zr.ru/content/articles/914983-bespilotnyj-belaz/>

филе, одинаковые скорости при прочих равных условиях.

Впервые в конце 1960-х гг. в СССР была создана система автоведения для электропоездов, позволяющая управлять составом без участия человека. Наряду с системами автоведения для пригородных поездов проводились работы по созданию «автомашиниста» для пассажирских и грузовых поездов, в том числе повышенной длины и массы. Эти системы автоведения на сегодняшний день не имеют аналогов в мире<sup>9</sup>.

Процесс без машиниста апробирован на станции Лужская. Но там без машиниста работает маневровый локомотив.

Для организации работы без машиниста магистрального локомотива, кроме соответствующего технического оснащения, потребуется продумать технологию. Здесь как минимум необходимо магистральному локомотиву видеть впереди идущий поезд и с учетом настройки безопасного удаления дублировать его действия. Это, по сути, если представить себе очень длинный поезд, где в составе локомотивы расставлены на одинаковом расстоянии друг от друга и все совершают одновременно одни действия, — режимы движения. Но задача усложняется тем, что необходимо пропускать на отдельных пунктах встречный поезд, значит, нужна остановка, что будет отдалять одну часть от другой части поезда. Дистанция будет всегда различной. А если в этот процесс внести ограничения по возможным временным различиям в пунктах погрузки и разгрузки, то следует заранее предположить, что вся сеть должна работать с учетом «выключателя».

Опыт движения грузовых поездов без машиниста есть в Австралии. Горнодобывающая корпора-

ция Rio Tinto представила беспилотный грузовой поезд, который проехал 100 км без машиниста. В будущем предполагается создать полностью автономную сеть для грузоперевозок.

Данный опыт следует рассмотреть и для организации грузовых перевозок по строящемуся участку СШХ. Здесь речь должна идти прежде всего об удаленном управлении поездами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для более успешной реализации БТ в объекты железнодорожного транспорта в ближайшей перспективе потребуется:

- организовать рабочую группу по консолидации решений и дальнейшей интеграции в соответствующие программы (в том числе национальные программы);
- создать и укомплектовать инжиниринговые центры при отраслевых вузах по наиболее сильным направлениям;
- создать испытательные центры в реальных условиях (максимально приближенных к условиям будущей эксплуатации);
- обеспечить возможность точной, эффективной и правильной обработки информационных потоков. Нужны определенные методы организации;
- термин «smart» — умный должен быть применен к каждой подсистеме железнодорожного транспорта;
- дополнить действующие инструкции, отражающие технологию работы отдельных подсистем железнодорожной инфраструктуры, с учетом принципа «единого организма».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аккерман Г.Л., Тарасов П.И., Аккерман С.Г., Голубев О.В., Полещук И.В. Сухопутная мультимодальная транспортная система приполярных областей России // Транспорт Урала. 2017. № 4 (55). С. 15–20. DOI: 10.20291/1815-9400-2017-4-15-20
2. Тарасов П.И., Журавская М.А., Голубев О.В. Развитие мультимодальных транспортных коридоров на арктических и северных территориях РФ (на примере Республики Саха (Якутия)) // Горная промышленность. 2017. № 2 (132). С. 40.
3. Хазин М.Л., Дмитриев В.Т., Тарасов П.И., Голубев О.В. Пустые породы и отходы производства горно-обогатительных комбинатов — основа для строительства транспортных ма-

гистралей // Известия Уральского государственного горного университета. 2017. № 4 (48). С. 90–94. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-4-90-94

4. Тимофеев А.Г., Злобин П.В. Концепция «безлюдного» производства // Известия РЭУ им. Плеханова. 2012. № 4 (22). С. 388–399.

5. Голубев О.В. Оценка состояния рельсовой колеи с учетом видеонаблюдений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2013. 24 с.

6. Мильникова М.А., Кияткина С.Ю. Бализа как способ контроля за напряженным состоянием бесстыкового пути и

<sup>9</sup> Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава. Обзорное пособие. М., 2011. URL: <https://docplayer.ru/27268129-Sistemy-avtovedeniya-registracii-parametrov-dvizheniya-i-raboty-tyagovogo-podvizhnogo-sostava.html>

движением поездов // Инновационный транспорт. 2018. № 2 (28). С. 39–43. DOI: 10.20291/2311-164X-2018-2-39-43

7. Нестеров Е.Т., Марченко К.В., Трещиков В.Н., Леонов А.В. Волоконно-оптическая система мониторинга протяженных

объектов (нефтепроводов) на основе когерентного рефлектометра // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 1. С. 25–28.

## REFERENCES

1. Akkerman G.L., Tarasov P.I., Akkerman S.G., Golubev O.V., Poleschuk I.V. The land multimodal transport system of the circum-polar regions of Russia. *Transport of the Urals*. 2017; 4(55):15-20. DOI: 10.20291/1815-9400-2017-4-15-20 (In Russian).

2. Tarasov P.I., Zhuravskaya M.A., Golubev O.V. Development of a multimodal transportation corridor in arctic and northern territories of the Russian Federation (Sakha (Yakutia) Republic case study). *Mining Industry*. 2017; 2(132):40. (In Russian).

3. Khazin M.L., Tarasov P.I., Golubev O.V., Dmitriev V.T. Using tailings and waste products of mining and processing plants for the construction of highways. *News of the Ural State Mining University*. 2017; 4(48):90-94. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-4-90-94 (In Russian).

4. Timofeev A.G., Zlobin P.V. Concept of «deserted» production. *Bulletin of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov*. 2012; 4(22):388-399. (In Russian).

5. Golubev O.V. *Assessment of the state of the rail track taking into account video surveillance: abstract of dis. ... candidate of technical sciences*. Ekaterinburg, 2013; 24. (In Russian).

6. Mylnikova M.A., Kiyatkina S.Y. Balise as a way of controlling of continuous welded rail track in the state of tension and train movement. *Innotrans*. 2018; 2(28):39-43. DOI: 10.20291/2311-164X-2018-2-39-43 (In Russian).

7. Nesterov E.T., Marchenko K.V., Treshchikov V.N., Leonov A.V. Fiber-optic monitoring system for extended objects (oil pipelines) based on a coherent reflectometer. *T-Comm*. 2014; 8(1):25-28. (In Russian).

### Об авторе

**Олег Ведимирович Голубев** — кандидат технических наук, доцент кафедры путь и железнодорожное строительство, начальник отдела «Реконструкции железных дорог»; **Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС)**; 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66; golubev\_ov@mail.ru.

### Bionotes:

**Oleg V. Golubev** — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Road and Railway Construction, head of the Department of Railway Reconstruction; **Ural State University of Railway Transport (USURT)**; 66 Kolmogorov st., Ekaterinburg, 620034, Russian Federation; golubev\_ov@mail.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Голубев О.В. «Безлюдные» технологии в железнодорожном транспорте Арктической зоны // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. Вып. 3. С. 185–193. DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.185-193

FOR CITATION: Golubev O.V. "Deserted" technologies in the railway transport of the Arctic zone. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(3):185-193. (In Russian). DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.185-193

Поступила в редакцию 28 апреля 2020 г.

Принята в доработанном виде 15 мая 2020 г.

Одобрена к публикации 20 августа 2020 г.

Received April 28, 2020.

Adopted in a revised form on May 15, 2020.

Approved for publication on August 20, 2020.

© О.В. Голубев, 2020