

УДК 338.47

DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-42-57

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Сотников Е.А.^{1,1}

¹ Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), Москва, Россия.

E-mail: ¹ allasotnikova0@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены основные направления технического и технологического развития российских железных дорог на перспективу примерно до 40-50 лет. За такой период железные дороги должны существенно повысить значения ключевых показателей своей работы. В основу выбора перспективных направлений технико-технологического развития российских железных дорог предложено положить в первую очередь использование достижений IV-й промышленной революции, которая началась в 20-е годы текущего столетия, а также уже известные, высокоэффективные, но еще не реализованные решения прошедших революций. Требуется глубокое изучение новых возможностей, порождаемых IV-й промышленной революцией по развитию технических средств и технологий применительно к отраслям железнодорожного транспорта, инфраструктуре, подвижному составу, системам управления движением и перевозочным процессом. В статье рассмотрены основные направления, по которым развивается IV-я промышленная революция и даны предложения по их использованию с учетом специфики работы железных дорог.

Ключевые слова: IV-я промышленная революция, новые направления развития, железные дороги, цифровизация, информационно-управляющие системы, искусственный интеллект, эксплуатационный ресурс технических средств.

Для цитирования:

Сотников Е.А. Перспективы технико-технологического развития российских железных дорог. *Интеллектуальный транспорт*. 2026. № 2(38). С. 42—57. DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-42-57.

Введение

Начавшаяся в 2020-е годы на основе использования достижений фундаментальных наук IV-я промышленная революция породила новый скачок в развитии технических средств, технологии, систем управления во всех отраслях экономики. Это полностью относится и к железнодорожному транспорту с учетом специфики его производственных процессов. К основным новым решениям относятся: цифровизация основных технических средств инфраструктуры и подвижного состава с оснащением объектов и их узлов миниатюрными датчиками технического состояния, что обеспечит существенное повышение уровня безопасности движения и сокращение расходов на их текущее содержание и ремонт; переход от информационных к информационно-управляющим системам управления перевозочным процессом в оперативном режиме с непрерывной выработкой на более чем 10 тыс. рабочих местах (диспетчеры, дежурные, машинисты и др.) оптимальных решений, что позволит повысить качество перевозочного процесса и расширить зоны управления дежурно-диспетчерского аппарата; использование новых материалов и устройств для значительного повышения статической и динамической прочности и износостойкости локомотивов, вагонов, пути и др. с целью существенного снижения количества «окон», подвижного состава, находящегося в техническом обслуживании и ремонте; роботизация производства, использование альтернативных видов топлива и ряд других инноваций. Из известных решений необходимо прежде всего внедрять высокоскоростные магистрали (350-400 км/ч), тяжеловесное движение грузовых поездов, контейнерные перевозки, технологию «just in time». Все это обеспечит конкурентоспособность и жизнестойкость российских железных дорог в обозримой перспективе.

1. Состояние вопроса и основные решения

Новые направления развития отраслей экономики при каждой промышленной революции в общем соответствуют новым достижениям в области фундаментальных наук, на основе которых разрабатываются инновационные технические и технологические решения. Например, после того, как фундаментальные исследования обеспечили возможность различными способами использовать электрическую энергию, произошел буквально «взрыв» инновационных решений в области двигательной и осветительной техники, приборостроения, устройств управления.

Внедрение инновационных решений, в свою очередь, позволяет существенно улучшить значения ключевых технических показателей, обеспечивающих повышение качества предоставляемых услуг железными дорогами, снижение себестоимости и конкурентоспособности на рынке транспортных услуг.

За прошедшие 200 лет развития железнодорожного транспорта (с 1825г.) в целом достигнуто следующее изменение ряда ключевых показателей:

- скорости движения поездов возросли с 50 км/ч до 350 км/ч – в 7 раз;
- осевая нагрузка – с 8 т/ось до 30 т/ось (и более) – в 4 раза;
- масса грузового поезда – с 300-500 т до 10-30 тыс.т – в 20 раз и более;
- провозная способность участков – с 3-4 млн.т. нетто/год до 100 млн.т. нетто/год и более.

Появились принципиально новые технологии:

- контейнерных перевозок, обеспечивающих конкурентоспособность с автотранспортом;
- высокоскоростных железных дорог (ВСМ), успешно конкурирующих с авиацией.

Но ключевые показатели не могут бесконечно расти. Так, скорость в пассажирском движении свыше 350-400 км/ч требует значительного роста энергетических затрат, в массе грузового поезда свыше 20-30 тыс. тонн нет необходимости и т.п. Поэтому в перспективном прогнозе надо определить какие ключевые технические показатели должны существенно возрасти в ближайшие десятилетия (2020-2050 г.г.), чтобы обеспечить принципиальное повышение эффективности российского железнодорожного транспорта и его основной составляющей – ОАО «РЖД». Основа этого – достижения фундаментальных наук.

Ряд принципиальных научных результатов достаточно четко определяют этапы развития человеческого индустриального общества, которое зародилось примерно в начале 19 века. До этого было прединдустриальное общество с ремесленническим хозяйством. На рис.1 представлена периодизация этапов четырех (I-IV) промышленных революций [1].



Рис. 1: Периодизация этапов промышленных революций

По влиянию на промышленное производство они в основном определяются: изобретением парового двигателя и железных дорог (~1800 год, I); возможностями различных способов использования электрической энергии – электрические двигатели, освещение, приборостроение, системы управления, а также создания двигателей внутреннего сгорания (~1900 год, II); создание полупроводников и ЭВМ (~1960 год, III); цифровизация объектов управления и создание искусственного интеллекта (~2020 год, IV). То есть настоящее время является эпохой IV промышленной революции. Здесь мы не будем вступать в дискуссию по вопросам этапности промышленных революций. Автор статьи в принципе согласен с их приведенной классификацией, хотя существуют и другие подходы к данному вопросу. Но периодизация этапов промышленных революций (на рис.1) хорошо согласуется с ключевыми переломами в технико-технологическом развитии железнодорожного транспорта и принята за основу. При этом рассматривается современный IV этап.

Надо отметить, что важно сегодня не только совсем новое, но и реализация известных эффективных решений. Дело в том, что внедрение инноваций происходит в разных странах неравномерно, и сегодня есть эффективные решения прошедших периодов, еще не внедренных в ОАО «РЖД». На этапе IV промышленной революции в России наряду с новыми, должны также внедряться:

- специализированные высокоскоростные пассажирские магистрали со скоростями до 350-400 км/ч, в первую очередь на линиях Москва-Санкт-Петербург, Москва-Кавказ, Крым (сегодня в мире ВСМ действует в 14 странах, их общая протяженность составляет ~60 тыс. км¹);
- технология движения соединенных грузовых поездов массой 10-15 тыс. т на постоянной основе со специальной подготовкой инфраструктуры на выделенных грузонапряженных линиях, в первую очередь на Восточном полигоне [2];
- технология интервального регулирования движения поездов, обеспечивающая сокращение межпоездного интервала, особенно на линиях с благоприятным планом и профилем пути, где техническая скорость движения поездов несущественно изменяется по мере их продвижения по участку [3];
- повышение провозной способности линий на основе конструктивного совершенствования вагонного парка на основе увеличения погонной нагрузки вагонов (восьмиосные вагоны), полного использования габарита подвижного состава (увеличение емкости кузова), снижение тары вагонов (на 5-6 тонн) [4];
- развитие технологии контейнерных перевозок и технологии «just in time», позволяющих обеспечить возврат грузов на железные дороги, переключенных в прошлые годы на автотранспорт (в т.ч. за счет расширения сферы использования среднетоннажных контейнеров) [5, 6].

И конечно надо внедрять достижения IV промышленной революции. Рассмотрим основные направления внедрения таких достижений.

1.1. Цифровизация железнодорожной отрасли

Цифровизация железнодорожной отрасли зародилась еще в 1960-1970-е годы, когда были оцифрованы в целом станции, вагоны и другие объекты.

Новое заключается в следующем:

- оцифровываются все основные объекты, участвующие в перевозочном процессе – подвижной состав, устройства тяги, СЦБ и подчеркнем - их конструктивные элементы, для чего используются новые миниатюрные датчики технического состояния конструкций; важно, что такая техника быстро развивается, а датчики могут устанавливаться на любых деталях;
- на этой основе выполняется цифровой мониторинг объектов с передачей данных в устройства управления для принятия решений о дальнейшей работе технических средств. Образуются так называемые, «умные объекты» - умный вагон, локомотив, поезд и т.п. (рис.2).

¹Официальный сайт Международного союза железных дорог - HIGH SPEED LINES IN THE WORLD 2022 (Summary). – URL: https://uic.org/IMG/pdf/20231001_high_speed_lines_in_the_world.pdf (дата обращения: 08.07.2026).



Рис. 2: Схема использования миниатюрных датчиков

Это позволит:

- значительно сократить расходы на текущее содержание и ремонт;
- перейти к решению новой целевой задачи – достижению абсолютной технической безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте.

1.2. Переход к информационно-управляющим системам

Переход от современных информационных к новым информационно-управляющим системам управления перевозочным процессом, вырабатывающих рациональные управляющие решения в оперативном режиме (ОУР).

На сети ОАО «РЖД» имеется более 10000 круглосуточно действующих рабочих мест, на которых дежурно-диспетчерский аппарат сетевого, полигонного, регионального и линейного уровней и управляющие выполнением различных операций работники (дежурные по станции, машинисты локомотивов, составители поездов и др.) постоянно принимают оперативные управляющие решения (ОУР) по ходу выполнения перевозочного процесса.

Оперативная работа на сети ОАО «РЖД» выполняется с использованием основополагающих долгосрочных документов таких, как план перевозок грузов и пассажиров, график движения и план формирования поездов, месячные технические нормы эксплуатационной работы. Однако текущая работа осуществляется в условиях сильных внутренних и внешних воздействий (неравномерность отправления грузов, высокий уровень загрузки пропускной способности, затруднения в работе путей необщего пользования, отказы технических средств и др.), что определяет перевозочный процесс в оперативном режиме как большую (сложную) организованную систему, работающую при значительной неопределенности [7, 8].

Условия выработки ОУР характеризуют:

- множественность возмущающих воздействий;
- сложность прогнозирования начала и окончания действия и степени влияния различных факторов на перевозочный процесс;
- краткость времени, в течение которого требуется принять решение.

Следует особое внимание обратить на влияние на оперативную работу посуточной и внутрисуточной неравномерности поездо- и вагонопотоков.

Фактор неравномерности в пассажирских перевозках носит строго определенный графиком движения характер. При отклонениях отдельных поездов от графика, проявляющихся в их опозданиях, действует правило преимущества пассажирских поездов перед грузовыми. Диспетчерский аппарат в этом случае обязан выполнять «нагон» опаздывающих поездов. В этом в основном и проявляется диспетчерское оперативное руководство движением пассажирских поездов.

Совсем другое положение в оперативном руководстве грузовым движением. Здесь каждые сутки складывается индивидуальная ситуация по количеству и дислокации грузовых поездов, а в нормативном графике движения учитывается лишь максимально возможное суточное количество «ниток» поездов. При этом отклонений от графика в грузовом движении значительно больше, чем в пассажирском.

Рассмотрим, например, влияние посуточной неравномерности на условия работы локомотивного диспетчера. Пусть на направлении АБ (рис.3) среднесуточное количество грузовых поездов составляет $\overline{N}_{AB} = 50$ п/сут, $\overline{N}_{BA} = 45$ п/сут. Для таких размеров движения посуточные колебания характеризуются коэффициентом вариации $\nu = 0,12$ и близко к нормальному закону распределения [9]. Принимая с достаточной для практических расчетов точностью значение нормированного отклонения $t = 2,5$, получаем максимальные и минимальные величины посуточных размеров движения поездов (рис.3).

Задача локомотивного диспетчера состоит в обеспечении всех составов поездов локомотивами и локомотивными бригадами. При использовании средних значений размеров движения эта задача является простой. Каждые сутки из Б в А должно следовать «резервом» $\overline{N}_{AB} - \overline{N}_{BA} = 5$ лок/сут, то же и локомотивных бригад. Но фактическая посуточная ситуация является совсем другой. Максимальное количество пересылаемых «резервом» из Б в А локомотивов без составов составляет $N_{AB}^{\max} - N_{BA}^{\min} = 33$ лок/сут. В некоторые сутки возможно и движение локомотивов «резервом» из А в Б при максимальном их количестве $N_{BA}^{\max} - N_{AB}^{\min} = 23$ лок/сут. В целом возникает множество возможных комбинаций встречных размеров движения, число которых многократно увеличивается при учете времени поступления поездов в течение суток. Очевидно, что требуется хороший оперативный многосуточный прогноз посуточного поступления поездов, т.к. длина участков оборота локомотивов часто превышает длину пробега поездов за сутки. Но достигнуть высокой точности многосуточного прогноза достаточно сложно и требуется учет многих факторов для повышения такой точности. Поэтому задача перехода к информационно-управляющей системе для рабочего места локомотивного диспетчера является крайне сложной.

Требуется глубокое изучение условий их работы применительно к конкретным условиям. То же относится и к другим рабочим местам дежурно-диспетчерского персонала.

Важно учитывать различие между понятиями технологическая операция (далее – операция) и ОУР по данной операции. Для выполнения одной операции на рассматриваемом рабочем месте (или в районе станции, где выполняется комплекс взаимосвязанных операций) может приниматься несколько ОУР, причем для каждого ОУР следует учитывать индивидуальные влияющие факторы. В результате нередко, на первый взгляд, простейшая технологическая операция требует разработки сложных алгоритмических построений для ее выполнения на основе принятия нескольких ОУР.

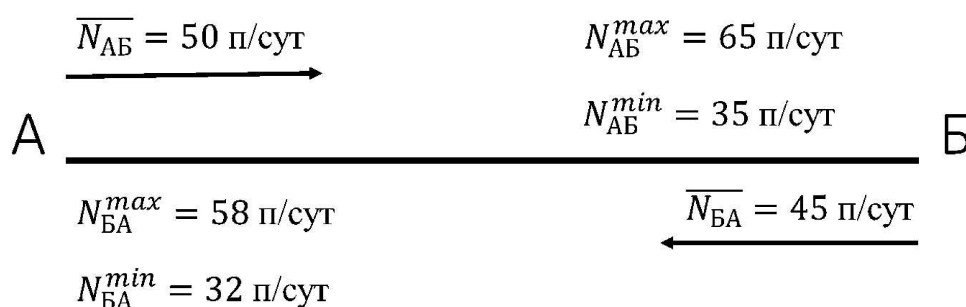
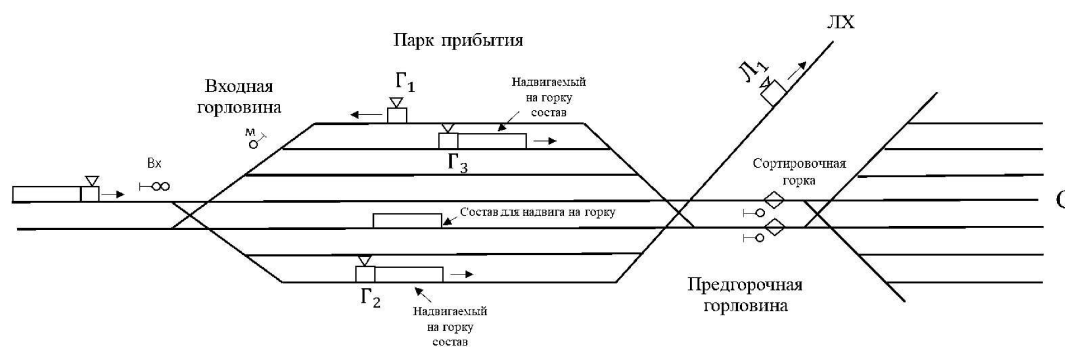


Рис. 3: Характеристика посуточных размеров движения грузовых поездов на направлении АБ

Рассмотрим пример – операция прием прибывающего в расформирование поезда в парк прибытия сортировочной станции (рис.4). Здесь представлена условная схема района сортировочной станции, в котором выполняется комплекс операций, тесно связанных с приемом поездов в расформирование. На этой схеме указаны только те технические объекты (например, маневровые сигналы), которые связаны с прибытием поезда. Такой район может управляться с рабочего места дежурного по парку прибытия (ДСП).



Пр – прибывающий поезд;
 Вх – входной сигнал;
 М – маневровый сигнал;
 Г₁, Г₂, Г₃ – горочные локомотивы;
 ЛХ – локомотивное хозяйство;
 С – сортировочный парк.

Рис. 4: Условная схема района станции, а также оперативного состояния поездной и маневровой работы в парке прибытия сортировочной станции

Для выполнения технологической операции (Т) ДСП должен принять несколько ОУР, причем для каждого из которых требуется учитывать свои влияющие факторы. Рассмотрим этот вопрос детальнее.

Первое решение – ОУР₁ это выбор пути прибытия. Учитываемые факторы:

- Φ_{11} – длина пути в парке прибытия должна соответствовать длине Пр;
- Φ_{12} – при наличии в поезде вагонов с опасными грузами поезд должен приниматься на путь, предназначенный для таких грузов;

- Φ_{13} – на основании прогноза развития оперативной ситуации в районе входной горловины должно быть обеспечено максимально параллельное выполнение операций по приему поезда с другими поездными и маневровыми операциями в этой горловине в момент прибытия поезда;
- Φ_{14} – на основании прогноза должно быть обеспечено максимально параллельное выполнение предстоящих операций по надвигу и роспуску состава прибывающего поезда с другими маневровыми операциями в предгорочной горловине после подготовки состава к роспуску на горке.

Второе решение ОУР₂ – определение времени прекращения маневровых передвижений во входной горловине на маршрутах, враждебных с маршрутом прибытия поезда. Учитываемые факторы:

- Φ_{21} – выполнение маневровых операций не должно вызвать задержку поезда перед входным сигналом, для чего требуется выполнить максимально точный прогноз времени прибытия поезда к предвходному и входному сигналам, а также по составу предстоящих маневровых операций;
- Φ_{22} – максимально точное определение (на основе прогноза) скорости выполнения маневровых операций для определения времени их окончания на маршрутах враждебных с маршрутом приема поезда.

Третье решение ОУР₃ – определение времени открытия входного сигнала. Учитываемый фактор:

- Φ_{31} – частично совмещаемые с факторами Φ_{13} , Φ_{21} , Φ_{22} условия с учетом фактического выполнения всех поездных и маневровых операций.

Четвертое решение ОУР₄ – определение времени возобновления маневровых операций на маршруте приема поезда. Учитываемые факторы:

- Φ_{41} – контроль времени освобождения секций входной горловины на маршруте приема поезда;
- Φ_{42} – проверка свободности данного маршрута от необходимости его использования для другого поездного маршрута.

Пятое решение ОУР₅ – определение времени и подача команды по закреплению состава прибывшего поезда на пути его приема. Учитываемый фактор:

- Φ_{51} – определение времени остановки состава на пути парка приема.

Подобное положение имеет место и по другим районам управления сортировочных и других станций, по которым ДСП принимают ОУР по характерным для данной локации технологическим операциям на основании влияющих на такие операции факторам. Чем опытнее специалист, и выше его IQ, способность быстро оценивать постоянно меняющуюся ситуацию, лучше физическо-эмоциональное состояние, тем ближе его решения по принятию ОУР к оптимальному (рациональному) варианту. Конечно никаких технико-экономических расчетов при этом не проводится. Использование информационно-управляющих систем позволит примерно на 5-10% сократить межоперационные простои вагонов и локомотивов, снизить расход топливно-энергетических ресурсов и, что особенно важно, расширить зоны управления одним ДСП не менее, чем на 30-40% с соответствующим сокращением персонала.

Принципиальная схема условий разработки информационно-управляющей системы для объекта оперативного управления, состоящего из нескольких районов управления, представлена на рис.5.

Казалось бы, принятие ОУР в таких системах может полностью основываться на опыте работы дежурным персоналом с использованием нейросетей, но наличие полностью повторяющихся оперативных ситуаций в рассматриваемых случаях вряд ли возможно. Кроме того, как уже говорилось, принимаемые дежурным персоналом ОУР могут быть и ошибочными. Поэтому разработку информационно-управляющих систем рассматриваемого вида только на методах ИИ нельзя признать правильной.

Сочетание методов использования нейросетей со строгими алгоритмическими построениями при максимально достижимой точности учета влияющих факторов, на наш взгляд, позволит наиболее успешно решить задачу построения информационно-управляющих систем для объектов оперативного управления перевозочным процессом ОАО «РЖД».

Необходимо отметить разнообразие условий принятия ОУР на рабочих местах дежурно-диспетчерского аппарата различных уровней управления и даже на одном и том же уровне. Это относится к: разработке прогноза оперативной обстановки для принятия ОУР, определению конкретного времени принятия и реализации ОУР (открытие разрешающего сигнала или подача команды на выполнение ОУР), контроль хода его выполнения для принятия последующих решений, возможной отмены или корректировки ОУР и др. Требуется детальный анализ условий оперативной работы на многочисленных рабочих местах с их типизацией для сокращения затрат и времени на разработку спектра информационно-управляющих систем, охватывающих максимальное, а в перспективе, и все рабочие места. А в настоящее же время крайне недостаточное методическое и программное обеспечение решения задачи выработки ОУР на всех уровнях управления приводит к тому, что такие решения оказываются далеко не всегда рациональными, особенно по экономической составляющей.

Переход к информационно-управляющим системам требует использование достижений фундаментальной науки в области ИИ и современных методов программирования. При этом крупный комплекс исследований, который в ближайшие годы необходимо выполнить силами отраслевой науки, должен обеспечить:

- создание имитационных моделей применительно к рабочим местам;

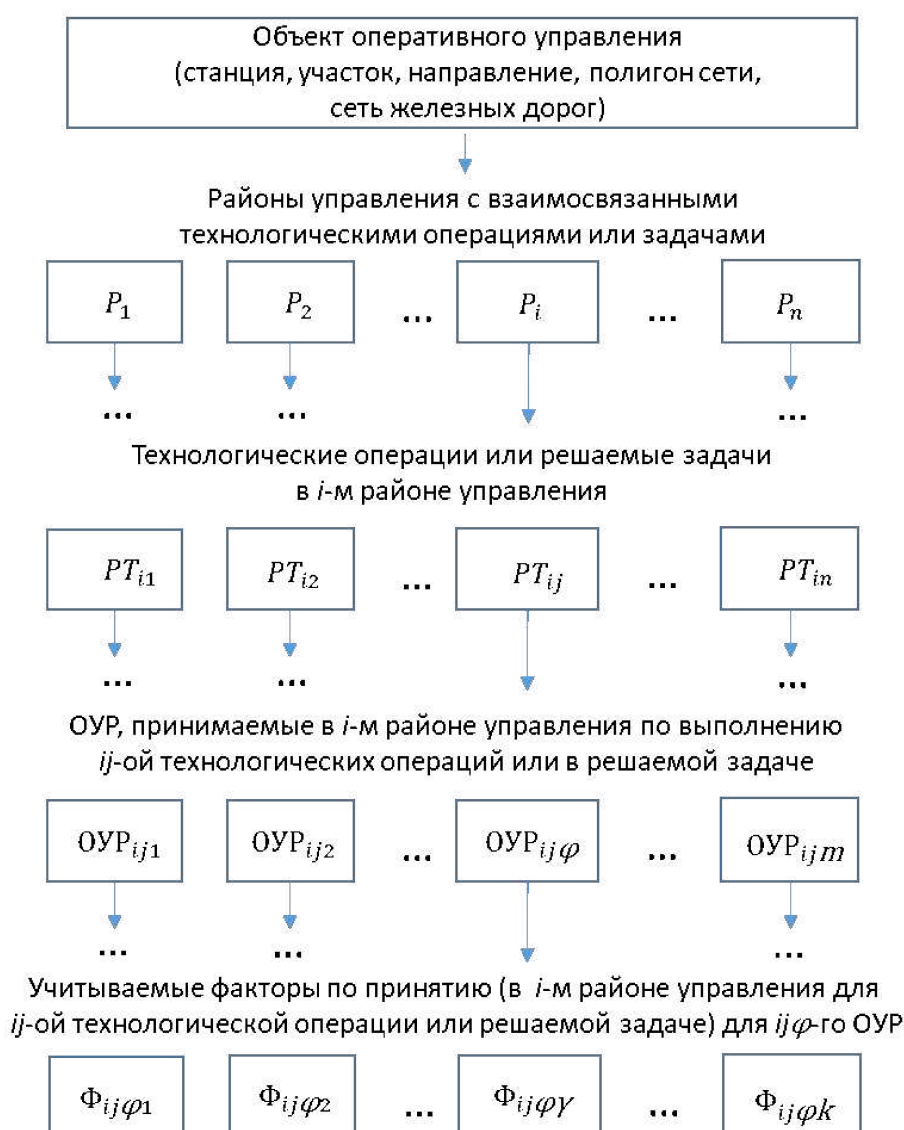


Рис. 5: Принципиальная схема условий разработки информационно-управляющей системы для объекта оперативного управления

- развитие методов прогнозирования оперативного хода перевозочного процесса применительно ко всем уровням управления;
- разработку оптимизирующих алгоритмов и выработки ОУР с учетом экономической составляющей.

1.3. Повышение эксплуатационного ресурса и надежности технических средств железных дорог

Значительное повышение эксплуатационного ресурса и надежности технических средств железных дорог – локомотивов, вагонов, рельсов и др.

Основой этого являются фундаментальные достижения в области материалов [11, 12]:

- металлов, сплавов;
- полимерных материалов;
- смазок.

При снижении массы новые материалы обеспечивают значительное повышение в используемой технике:

- модуля упругости;
- статической и динамической прочности;
- износостойкости, включая самовосстановление.

Это по сети в целом позволит в разы снизить:

- предоставление «окон» (сегодня до 600 тыс. в год);
- количество локомотивов, находящихся в ТО и ремонте (сегодня ~ 25%);
- количество отказов технических средств с задержками движения поездов (сегодня ~ 100 случаев в сутки).

И главное, осуществить постепенное исключение случаев аварий, крушений и браков с переходом к решению принципиально новой целевой задачи – достижение абсолютной технической безопасности движения поездов.

1.4. Другие существенные достижения IV-й промышленной революции

Новая технология использования «больших данных» для принятия управляющих решений

Например, суточный отчет о работе сети железных дорог содержит >12000 данных, между тем, для принятия управляющих решений используется лишь малая часть (десятки), поскольку оперативный персонал не в состоянии освоить весь комплекс данных.

В сложных эксплуатационных ситуациях требуется значительное расширение количества используемых данных, в том числе связанных с обеспечением максимальной экономической эффективности перевозочного процесса. Это возможно при переходе к интеллектуально-управляющим системам с применением методов многофакторного анализа при принятии ОУР.

Использование всего массива этих и других данных позволит:

- повысить точность прогнозов и планов перевозок;
- оптимизировать решения по повышению надежности технических средств;
- оптимизировать оперативное управление в целом.

Роботизация производства

Здесь принципиально новым стал быстрый рост гибкости и адаптивности роботов [13, 14].

Необходим:

- анализ технологий для выявления процессов подлежащих роботизации (особенно осмотр и ремонт устройств инфраструктуры и подвижного состава, авторасцепка вагонов, маневровая работа на станциях и др.);
- разработка роботов, применительно к условиям работы железных дорог.

Использование альтернативных видов топлива, силовых установок, 3D-печати и других инноваций

Возможно появление новых решений, например, видов тяги более эффективных, чем электрическая и тепловозная, методов накопления и хранения энергии [15], менее трудозатратных способов выполнения различных технологических операций и других новых решений [16] на основе реализации достижений IV-й промышленной революции.

Представляет интерес вопрос о максимальных сроках планирования перспективного технико-технологического развития железных дорог. Поскольку такие сроки связаны с промышленными революциями, происходящими в мировой экономике, то и сроки такого планирования должны примерно совпадать с периодами между промышленными революциями. Из рис.1 следует, что эти периоды составили: между I и II – 100 лет, II и III – 60 лет, III и IV – 60 лет. Учитывая ускорение научно-технического прогресса можно ожидать, что очередная V промышленная революция наступит примерно через 40-50 лет. Таким образом, максимальный период перспективного планирования технико-технического развития железнодорожного транспорта должен составлять не более 40-50 лет.

2. Основные выводы

1. Выбор направлений перспективного развития железных дорог должен опираться на:
 - новые достижения IV-й промышленной революции с их реализацией на основе взаимодействия отраслевой и фундаментальной науки;
 - эффективные уже известные, но еще не внедренные технико-технологические решения III-й промышленной революции.
2. В каждом хозяйстве ОАО «РЖД», и особенно в области систем управления движением и перевозочным процессом, инфраструктуры, подвижного состава необходимо осмысление и анализ всех новых продуктов IV-й промышленной революции с выбором тех, которые позволят принять высокоэффективные технико-технологические решения.
3. Основными целями должны стать:
 - переход к информационно-управляющим системам, в том числе с использованием искусственного интеллекта, что обеспечит: оптимизацию множества постоянно принимаемых оперативно-управляющих решений на более чем 10 000 рабочих местах дежурно-диспетчерского аппарата и расширение зон обслуживания оперативного персонала на 30-40%;

- достижение полного контроля состояния всех технических средств на основе их цифровизации с оснащением основных узлов и деталей миниатюрными датчиками состояния, что обеспечит сокращение расходов на эксплуатацию и ремонт, а также реализацию принципиально новой целевой задачи обеспечения абсолютной технической безопасности движения поездов на сети ОАО «РЖД»;
 - значительное повышение (в разы) эксплуатационного ресурса устройств инфраструктуры и подвижного состава.
4. Существенное улучшение важнейших технико-экономических показателей в отрасли, и прежде всего в части повышения производительности труда и снижения себестоимости перевозок.
 5. В целом всё это обеспечит высокую конкурентоспособность и жизнестойкость российских железных дорог в обозримой перспективе. Если же этого не сделать, то сфера перевозок железными дорогами будет сужаться, и из основного сухопутного транспорта они превратятся во второстепенный. Этого допустить нельзя.

Заключение

Каждая новая промышленная революция, в основе которых лежат достижения фундаментальных наук, в том числе и четвертая, начавшаяся в 2020-е годы, создают условия для коренного совершенствования технических средств, технологии, систем управления во всех отраслях экономики, в том числе и на железнодорожном транспорте. Необходимо учитывать, что в настоящий момент – начала очередной промышленной революции выявлены еще не все возможности, которые она порождает. Поэтому требуется глубокий анализ возможностей уже известных и еще не полностью раскрытых новых решений, получаемых в исследованиях фундаментальных наук. Большое значение имеет реализация новых методов совершенствования оперативного управления перевозочным процессом с дальнейшим развитием систем управления, а также широкого спектра новых возможностей в части использования новых материалов, альтернативных видов топлива, устройств роботизации, 3D-печати и других инноваций. Наряду с этим необходимо продолжить внедрение еще не полностью реализованных достижений III-й промышленной революции: высокоскоростных пассажирских магистралей (ВСМ), тяжеловесного грузового движения, интервального регулирования движения поездов, технологии контейнерных перевозок, в том числе с использованием средне- и малотоннажных контейнеров. Достижимые при этом – расширение сферы предоставляемых услуг при повышении производительности труда и снижении себестоимости перевозок обеспечит сохранение российскими железными дорогами роли основного сухопутного транспорта в нашей стране.

Список литературы

- [1] Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция. – М.: «Э», 2016. – 208 с.
- [2] Мехедов М.И., Сотников Е.А., Холодняк П.С., Курсин Д.А., Корниенко Н.В. Оптимизация условий организации движения соединенных поездов на постоянной основе на Транссибирской магистрали Восточного полигона сети железных дорог // Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – Т. 80. – № 1. – С. 4-12.
- [3] Кобзев С.А. и др. Комплексная технология интервального регулирования движения поездов. – М.: Т8 издательские технологии, 2023. – 216 С.
- [4] Увеличение габаритов и повышение погонных нагрузок грузовых вагонов / под ред. В.М. Богданова // Труды ВНИИЖТ. – 1983. – № 660. – 85 С.
- [5] Никифорова Г.И., Подвербных А.А., Федорова Н.Б. Развитие контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте в современных условиях // Техника транспорта: образование и практика (ПГУПС). – 2022. – Т. 3. – № 4. – С. 405-409.
- [6] Боженко С.А., Новожилова У.А., Легостаева Н.В. Анализ и перспективы развития контейнерных перевозок в РФ в современных условиях // Вестник науки. – 2023. – № 7 (64). – Т. 3. – С. 8-13.
- [7] Лернер А.Я. Начало кибернетики. – М.: Наука, 1967. – 400 С.
- [8] Мехедов М.И., Сотников Е.А., Холодняк П.С., Лобанов С.В. Переход к автоматизированным информационно-управляющим системам оперативного управления перевозочным процессом в сети ОАО «РЖД»: постановка задачи // Вестник ВНИИЖТ. – 2024. – Т. 83. – № 3. – С. 231-237.
- [9] Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов. – М.: Транспорт, 1968. – 112 С.
- [10] Шенфельд К.П., Сотников Е.А. Развитие методов управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте в современных условиях. – М.: Научный мир, 2015. – 202 С.
- [11] Савин А.В., Борц А.И., Святозарова И.В., Дорошкевич А.А. Применение композитных материалов на железнодорожном транспорте // Путь и путевое хозяйство. – 2020. – № 1. – С. 15-17.
- [12] Дориомедов М.С., Дасковский М.И., Скрипачев С.Ю., Шеин Е.А. Полимерные композиционные материалы в железнодорожном транспорте // Труды ВИАМ. – 2016. – № 7 (42). – С. 113-117.
- [13] Дудоров Е.А., Кудюкин В.В., Котова К.А. Робототехнические комплексы обслуживания подвижного состава российских железных дорог // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – № 9. – С. 3-15. – DOI:10.18698/0536-1044-2022-9-3-15.
- [14] Гнездилова Ю.С. Робототехника как элемент четвертой промышленной революции и перспективы развития робототехники в России // Международная экономика. – 2019. – № 6. – С. 46-57.
- [15] Некрасов Г.Ю., Любимов Е.Ю., Куделин К.В. Использование электрических накопителей для повышения тяговых свойств автономных локомотивов // Мир транспорта. – 2024. – Т. 22. – № 1 (110). – С. 24-29.
- [16] Елисейкин Е.И., Щелокова А.О., Тележкина К.И. 3D-печать запчастей локомотивов // Железнодорожный транспорт. – 2024. – № 7. – С. 42-44.

PROSPECTS FOR TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN RAILWAYS

Sotnikov E. A.^{1,1}

¹ Joint Stock Company «Research and Design Institute for Informatization, Automation and Communication in Railway Transport» (JSC «NIIAS»), Moscow, Russia.

E-mail: ¹ allasotnikova0@gmail.com

Abstract. The main directions of technical and technological development of Russian railways for the period of about 40-50 years are considered. During this period, railways should significantly improve the key performance indicators of their work. The selection of promising areas for technical and technological development of Russian railways is based primarily on the use of the achievements of the Fourth Industrial Revolution, which began in the 1920s, as well as the already known, highly effective, but not yet implemented solutions of previous revolutions. It is necessary to study in depth the new opportunities generated by the 4th industrial revolution for the development of technical means and technologies in relation to the railway transport industry, infrastructure, rolling stock, traffic control systems, and transportation processes. The article discusses the main areas in which the 4th industrial revolution is developing and provides suggestions for their use, taking into account the specific features of railway operations.

Keywords: *the Fourth Industrial Revolution, new areas of development, railways, digitalization, information and control systems, artificial intelligence, and the operational life of technical equipment.*

References

- [1] Shvab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya (The Fourth Industrial Revolution). Moscow, «E» Publ., 2016. 208 p. (in Russian)
- [2] Mekhedov M.I., Sotnikov E.A., Kholodnyak P.S., Kursin D.A., Kornienko N.V. Optimizatsiya usloviy organizatsii dvizheniya soyedinennykh poyezdov na postoyannoy osnove na Transsibirskoy magistrali Vostochnogo poligona seti zheleznikh dorog (Optimization of conditions for organizing the movement of coupled trains on a permanent basis on the Trans-Siberian Railway of the Eastern range of the railway network). Vestnik VNIIZhT (Bulletin of VNIIZhT), 2021, vol. 80, no. 1, pp. 4-12. (in Russian)
- [3] Kobzev S.A. et al. Kompleksnaya tekhnologiya intervalnogo regulirovaniya dvizheniya poyezdov (Comprehensive technology of interval train traffic control). Moscow, T8 izdatelskiye tekhnologii Publ., 2023. 216 p. (in Russian)
- [4] Bogdanov V.M. (ed.) Uvelicheniye gabaritov i povysheniye pogonnykh nagruzok gruzovykh vagonov (Increasing dimensions and increasing linear loads of freight cars). Trudy VNIIZhT (Proceedings of VNIIZhT), 1983, no. 660. 85 p. (in Russian)
- [5] Nikiforova G.I., Podverbnykh A.A., Fedorova N.B. Razvitiye konteynernykh perevozok na zheleznodorozhnom transporte v sovremennykh usloviyakh (Development of container transportation by rail in modern conditions). Tekhnika transporta: obrazovaniye i praktika (PGUPS) (Transport Engineering: Education and Practice (PGUPS)), 2022, vol. 3, no. 4, pp. 405-409. (in Russian)

For citation:

Sotnikov E. A. Prospects for Technical and Technological Development of the Russian Railways. *Intelligent transport*, 2026, no. 2(38), pp. 42–57. DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-42-57. (in Russian)

- [6] Bozhenko S.A., Novozhilova U.A., Legostaeva N.V. Analiz i perspektivy razvitiya konteynernykh perevozk v RF v sovremennykh usloviyakh (Analysis and prospects for the development of container transportation in the Russian Federation in modern conditions). Vestnik nauki (Bulletin of Science), 2023, no. 7 (64), vol. 3, pp. 8-13. (in Russian)
- [7] Lerner A.Ya. Nachalo kibernetiki (The Beginning of Cybernetics). Moscow, Nauka Publ., 1967. 400 p. (in Russian)
- [8] Mekhedov M.I., Sotnikov E.A., Kholodnyak P.S., Lobanov S.V. Perekhod k avtomatizirovannym informatsionno-upravlyayushchim sistemam operativnogo upravleniya perevozochnym protsessom v seti OAO «RZhD»: postanovka zadachi (Transition to automated information and control systems for operational management of the transportation process in the network of Russian Railways: problem statement). Vestnik VNIIZhT (Bulletin of VNIIZhT), 2024, vol. 83, no. 3, pp. 231-237. (in Russian)
- [9] Ugryumov A.K. Neravnomernost dvizheniya poyezdov (Irregularity of train traffic). Moscow, Transport Publ., 1968. 112 p. (in Russian)
- [10] Shenfeld K.P., Sotnikov E.A. Razvitiye metodov upravleniya perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte v sovremennykh usloviyakh (Development of methods for managing the transportation process in railway transport in modern conditions). Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2015. 202 p. (in Russian)
- [11] Savin A.V., Borts A.I., Svyatozarova I.V., Doroshkevich A.A. Primeneniye kompozitnykh materialov na zheleznodorozhnom transporte (Application of composite materials in railway transport). Put i putevoye khozyaystvo (Track and Track Facilities), 2020, no. 1, pp. 15-17. (in Russian)
- [12] Doriamedov M.S., Daskovsky M.I., Skripachev S.Yu., Shein E.A. Polimernyye kompozitsionnyye materialy v zheleznodorozhnom transporte (Polymer composite materials in railway transport). Trudy VIAM (Proceedings of VIAM), 2016, no. 7 (42), pp. 113-117. (in Russian)
- [13] Dudorov E.A., Kudyukin V.V., Kotova K.A. Robototekhnicheskiye komplekсы obsluzhivaniya podvizhnogo sostava rossiyskikh zheleznnykh dorog (Robotic systems for maintenance of rolling stock of Russian railways). Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye (Proceedings of Higher Educational Institutions. Mechanical Engineering), 2022, no. 9, pp. 3-15. DOI:10.18698/0536-1044-2022-9-3-15. (in Russian)
- [14] Gnezdilova Yu.S. Robototekhnika kak element chetvertoy promyshlennoy revolyutsii i perspektivy razvitiya robototekhniki v Rossii (Robotics as an element of the fourth industrial revolution and prospects for the development of robotics in Russia). Mezhdunarodnaya ekonomika (International Economy), 2019, no. 6, pp. 46-57. (in Russian)
- [15] Nekrasov G.Yu., Lyubimov E.Yu., Kudelin K.V. Ispolzovaniye elektricheskikh nakopiteley dlya povysheniya tyagovykh svoystv avtonomnykh lokomotivov (Use of electric storage devices to improve the traction properties of autonomous locomotives). Mir transporta (World of Transport), 2024, vol. 22, no. 1 (110), pp. 24-29. (in Russian)
- [16] Eliseikin E.I., Shchelokova A.O., Telezhkina K.I. 3D-pechat zapchastey lokomotivov (3D printing of locomotive spare parts). Zheleznodorozhnyy transport (Railway Transport), 2024, no. 7, pp. 42-44. (in Russian)