



Рисунок 1 – Диаграмма среднего времени опозданий и частотного распределения их продолжительности по станциям

На участке Хумэнь – Гуанминчэн наблюдалось временное сокращение опозданий благодаря оперативному регулированию, однако эти меры не смогли полностью устранить накопленные задержки. Распределение частоты опозданий показывает рост доли длительных задержек (свыше 20 минут) к конечной станции, что отражает структурное усложнение проблемы и недостаточную способность системы к восстановлению.

Важно отметить, что рост опозданий не только снижает эффективность перевозок, но и создает серьезные риски для безопасности работы технических станций. Сжатые интервалы прибытия и отправления, интенсивное использование инфраструктуры повышают нагрузку на диспетчерское управление и требуют усиления контроля за соблюдением стандартов эксплуатации. Необходимо уделять особое внимание предотвращению потенциальных угроз безопасности, вызванных нарушением графика движения.

Список литературы

- 1 **Авдошин, С. М.** Концепция создания интеллектуальной системы ситуационного реагирования и обеспечения безопасности железных дорог современной России / С. М. Авдошин, М. С. Горбатовский, А. В. Чернов // Бизнес-информатика. – 2011. – № 4 (18). – С. 8–15.
- 2 **Wang, Fei.** Dual Objective Optimization of Train Arrival-Departure track Adjustment of High Speed Railway Considering Delay / Wang Fei // Railway Transport and Economy. – 2025. – № 47 (7). – С. 117–125.
- 3 **Чжан Ингуй.** Оптимизация использования путей прибытия-отправления на высокоскоростных железнодорожных станциях при двухфакторных возмущениях / Чжан Ингуй, Чжоу Цзиньин, Ван Юйхан // Журнал железнодорожной науки и техники. – 2025. – С. 1–14.
- 4 **У Юнган.** Исследование методов классификации и прогнозирования задержек высокоскоростных поездов на основе инкрементальной кластеризации / У Юнган // Пекинский университет транспорта. – 2024. – С. 20.

УДК 656.2:693.5

РОССИЙСКИЕ ИННОВАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВСМ МОСКВА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

А. М. ДАВЫДОВ, С. М. КОКИН, П. В. КУРЕНКОВ
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Высокоскоростная магистраль (ВСМ) Москва – Санкт-Петербург – один из самых крупных инфраструктурных проектов последних лет в России как по объему финансирования (2,35 трлн руб. инвестиций), так и по количеству организаций-участников (около 1 тыс.). Протяженность трассы составит 679 километров. Запуск магистрали запланирован на 2028 год.

Уникальность проекта заключается в комплексном применении инновационных решений на всех этапах строительства и эксплуатации [1, 2], при этом (с учетом китайского опыта) акцент ставится на отечественные разработки. Заявленный курс на импортозамещение делает ВСМ одним из приоритетов в логике текущей экономической политики России [3]. В этой связи представляет интерес анализ отечественных патентных документов с точки зрения их содержания, правообладания и динамики патентной активности.

Необходимая информация для анализа новых инженерных решений получена на основе публикаций и патентных записей, содержащихся в открытом доступе. В настоящей работе были использованы данные портала «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU», а также онлайн-поисковой системы и базы данных Google Patents. Результаты анализа представлены ниже.

В качестве наиболее важных *инфраструктурных инноваций* можно выделить следующие:

- безбалластное верхнее строение пути — впервые в России будет применена технология укладки пути на железобетонных плитах с интегрированными рельсами – 109 патентов;
- унифицированные мостовые сталежелезобетонные конструкции нового типа – 70 патентов;
- отечественная стрелочная продукция современного образца – 544 патента;
- высокоточная система управления движением с автоматическим контролем дистанции между поездами – 5386 патентов.

К числу *новых технологических решений* следует отнести:

- контактную сеть, обеспечивающую движение со скоростью до 400 км/ч – 4125 патентов;
- цифровую радиосвязь широкополосного типа – 1573 патента;
- инновационные контактные провода с повышенной электропроводностью и механической прочностью – 1677 патентов.

Особое внимание при строительстве ВСМ уделено разработке *тормозной системы*:

- электрическая система торможения с преобразованием кинетической энергии в электрическую – 1109 патентов;
- фрикционный механизм дополнительного торможения – 298 патентов;
- создание новых материалов для тормозных колодок – 2446 патентов.

Проведенный анализ патентных документов дает следующую картину.

Пик патентной активности российских изобретателей относится к периоду 2017–2022 гг.

Безбалластная конструкция пути является ключевым элементом строительства ВСМ [4]. В отличие от традиционных железных дорог, где используются шпалы, на высокоскоростных магистралях применяется следующая многослойная структура: верхний слой из самоуплотняющегося бетона; заводские бетонные плиты; гидроизоляционный слой; основное бетонное основание, заливаемое на земляную насыпь. Основные организации-правообладатели в этой области: ОАО «РЖД», ООО «Российская Инженерная Академия», Международная общественная организация «Фонд Изобретательской Деятельности Инженерной Академии», АО «РЖДстрой».

Мостовые конструкции. Сталежелезобетонные конструкции применяются для создания мостовых сооружений (включают железобетонную плиту проезжей части, стальные главные балки, согласование совместной работы всех элементов конструкции). Основные организации-правообладатели в этой области – частные лица.

Отечественная стрелочная продукция современного образца. Основные организации-правообладатели: ОАО «РЖД», ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», ОАО «Радиоавионика», ООО «Научно-технический центр информационных технологий».

Высокоточная система управления движением с автоматическим контролем дистанции между поездами. Основные организации-правообладатели: ОАО «РЖД», ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» [5].

Контактная сеть нового поколения для обеспечения движения со скоростью до 400 км/ч. Основные организации-правообладатели: ОАО «РЖД», АО «Универсал-контактные сети».

Цифровая радиосвязь широкополосного типа. Основные организации-правообладатели: QUALCOMM Inc., Samsung Electronics Co. Ltd., Ford Global Technologies LLC, Microsoft Corporation.

Инновационные контактные провода с повышенной электропроводностью и механической прочностью. Основные организации-правообладатели: Ethicon Endo-Surgery LLC, Saint-Gobain Glass France, ООО НПО «Современные Пожарные Технологии».

Электрическая система торможения с преобразованием кинетической энергии в электрическую. Основные организации-правообладатели: Ford Global Technologies LLC, Ethicon Endo-Surgery LLC, Nissan Motor Company Ltd, Тойота Дзидося Кабусики Кайся.

Фрикционный механизм дополнительного торможения. Основные организации-правообладатели: Ford Global Technologies LLC, Scania CV AB, Тойота Дзидося Кабусики Кайся, Siemens AG.

Разработка новых материалов для тормозных колодок (сталь, чугун, керамика, композиты). Основные организации-правообладатели ОАО «РЖД», Ethicon Endo-Surgery Inc.

Инновационная составляющая проекта ВСМ Москва – Санкт-Петербург включает разработку отечественного *подвижного состава*. Головные организации по производству высокоскоростных поездов – компания «Синара» и ее дочернее предприятие «Уральские локомотивы».

Проведенный анализ патентного фонда говорит о том, что отечественные изобретатели вносят достойный вклад в решение проблем, связанных с развитием высокоскоростного транспорта. Более того, разрабатываемые технологии и решения найдут (и находят) применение не только в ж.-д. отрасли, но и в других сферах народного хозяйства, способствуя развитию транспортной инфраструктуры страны, стимулируя производство новых материалов и оборудования [6].

В целом уже сейчас можно говорить о том, что проект ВСМ Москва – Санкт-Петербург является катализатором технологического развития России, так как открывает новые возможности для применения инновационных решений в инфраструктурных проектах различного масштаба.

Список литературы

- 1 **Бухтенкова, А. В.** Инновационные решения в рамках строительства первой высокоскоростной магистрали Москва – Санкт Петербург / А. В. Бухтенкова, М. В. Волкова // Техника и технология транспорта. – 2021. – № 2 (21). – С. 16. – URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N21-16TI221.pdf> (дата обращения : 10.08.2025).
- 2 **Валинский, О. С.** Научное обеспечение проектирования и строительства высокоскоростных железнодорожных магистралей / О. С. Валинский, И. П. Киселёв // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2024. – № 1 (110). – С. 11–28.
- 3 **Помыткина, Н. А.** Высокоскоростные магистрали России и их влияние на экономику / Н. А. Помыткина, Н. В. Кочарин // Автоматика, связь, информатика. – 2025. – № 6. – С. 13–17.
- 4 Основопологающие требования к конструкции земляного полотна высокоскоростных железнодорожных линий / А. Ф. Колос, А. В. Петряев, И. В. Колос [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. – 2018. – № 1. – С. 36–48.
- 5 **Никитин А. Б.** Технические нормы и требования к системам автоматики и телемеханики высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт Петербург / А. Б. Никитин, В. В. Моисеев // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2024. – № 1 (110). – С. 49–52.
- 6 **Кашкин, Н. В.** О развитии в России высокоскоростного движения в 2017–2023 годах и на ближайшую перспективу до 2035 года / Н. В. Кашкин, А. Ю. Трошин // Транспортное строительство. – 2023. – № 4. – С. 2–6.

УДК 004.942:656.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

А. А. ЕРОФЕЕВ, И. Н. БАБАРИКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Динамика современного транспортного рынка и растущие требования со стороны клиентов создают серьёзные вызовы для предприятий транспорта, связанные с необходимостью поддерживать качество транспортных услуг на должном уровне. Клиенты ожидают быструю и своевременную доставку грузов при безусловном обеспечении безопасности перевозок, при этом транспортные услуги должны быть гибкими, адаптированными под индивидуальные потребности каждого отдельного клиента. Для того чтобы сохранить конкурентоспособность, железнодорожный транспорт должен своевременно адаптироваться под современные потребности грузовладельцев. Это требует от железных дорог эффективного распоряжения имеющимися техническими средствами, такими как путевая инфраструктура и подвижной состав, равно как и непрерывного поддержания их в тех-