

1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК [656.022.63:656.21.08](510)

ВЛИЯНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ПОЕЗДОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ: АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ

ВАН СИНЬ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Ключевые вопросы безопасности и эффективности остаются центральными в исследованиях железнодорожного транспорта. Хотя предыдущие исследования заложили для них прочный фундамент, в условиях быстрого расширения сети и технологических итераций по-прежнему возникают новые проблемы безопасности и эффективности, и их совместное повышение остается ключевым направлением, заслуживающим углубленного изучения.

В операционной деятельности железнодорожного транспорта причинами отклонения движения поездов от установленного графика являются отказы оборудования, неблагоприятные погодные условия, стихийные бедствия, недостаточные меры аварийного реагирования и т. д. Обобщая результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, вышеупомянутые факторы можно свести к четырем основным категориям: системные факторы, факторы окружающей среды, человеческий фактор и взаимное влияние между поездами [1–3].

Системные, экологические и человеческие факторы являются непосредственными причинами задержек поездов, а вызванные этими факторами опоздания могут далее распространяться на другие поезда, создавая цепную реакцию и усугубляя нарушение графика движения. Китайская высокоскоростная железная дорога характеризуется высокой скоростью движения и большой плотностью поездов, что делает ее особенно «восприимчивой» к различным помехам. Как только возникает задержка, диспетчеры должны оперативно скорректировать график движения, чтобы восстановить пунктуальность поездов. Если корректировка осуществляется несвоевременно, задержка головного поезда оказывается на движении следующих поездов и далее по сети, формируя явление «распространения задержек». На участках с напряженной пропускной способностью и недостаточной гибкостью графика движения распространение задержек происходит быстрее и охватывает более широкие области, что легко может привести к крупномасштабным задержкам поездов в короткие сроки.

Чтобы количественно оценить масштабы этого явления, обратимся к статистическим данным о задержках на конкретных станциях (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Статистика продолжительности задержек по станциям [4]

Станция	Среднее время опоздания, мин	Дисперсия времени опоздания	Эксцесс времени опоздания	Доля опозданий > 5 мин, %
Гуанчжоунан	9,04	138,57	8,16	48,83
Циншэн	9,42	135,64	8,19	47,85
Хумэнь	10,09	139,75	7,70	52,95
Гуанминчэн	9,85	146,58	7,14	47,26
Шэньчжэньбэй	10,66	150,57	7,44	56,23

Проанализируем статистику задержек по станциям на примере высокоскоростной магистрали Гуанчжоу – Шэньчжэнь. На станции Гуанчжоу-Юг (как на начальной) зафиксировано наименьшее среднее время опоздания (9,04 минуты), однако высокая дисперсия (138,57) указывает на значительные колебания в продолжительности задержек. По мере продвижения к конечной станции время опоздания возрастает, достигая максимума на станции Шэньчжэнь-Север (10,66 минут) с наибольшим разбросом (150,57), что свидетельствует о возрастающей нестабильности.

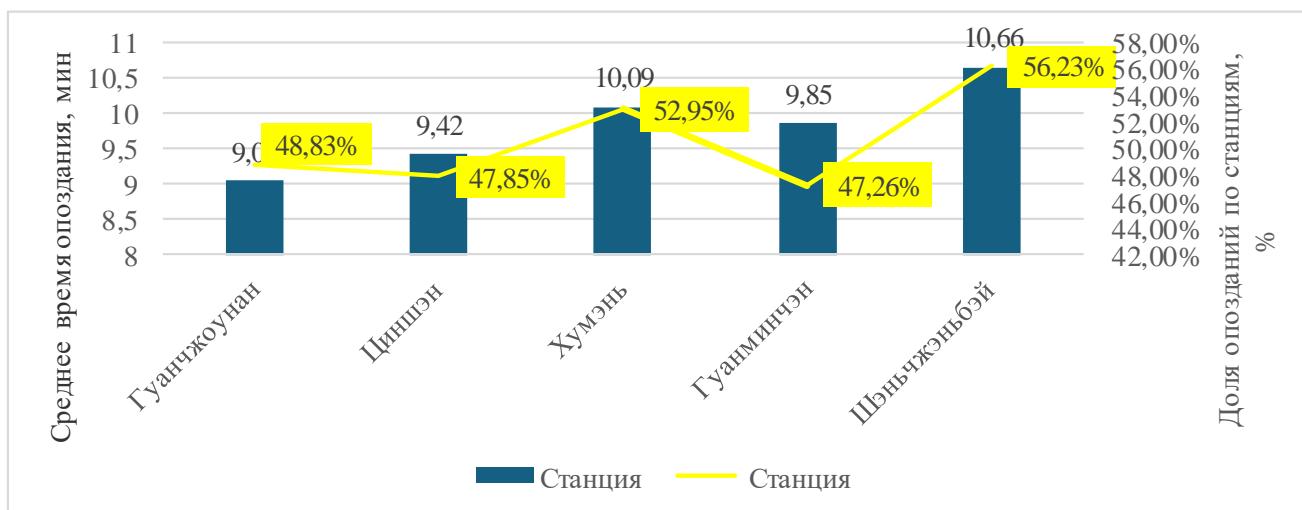


Рисунок 1 – Диаграмма среднего времени опозданий и частотного распределения их продолжительности по станциям

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 Цзинъин, 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

*A. M. 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.