

Научная статья
УДК 625.1+656.222
doi:10.52170/1815-9265_2026_79_50

Особенности выбора способа освоения перевозок железнодорожным транспортом с учетом закономерностей развития эксплуатационной работы и транспортной сети

Алексей Васильевич Дмитренко^{1✉}, Александра Дмитриевна Калидова²,
Антон Андреевич Гунбин³

^{1, 2, 3} Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

¹ dmitrenkoav@mail.ru✉

² alexsandra_kd@bk.ru

³ gunbin_gdsu@mail.ru

Аннотация. Развитие сети железных дорог России и совершенствование эксплуатационной работы тесно связаны с освоением возрастающих объемов перевозок. На первом этапе развития транспорта увеличение объемов перевозок осуществлялось в основном за счет строительства новых железнодорожных линий; на следующем этапе, после насыщения наиболее развитых территорий России, – за счет повышения среднего веса грузовых поездов. При этом основные технические средства по формированию и расформированию грузовых поездов, переработке вагонов внедрялись в крупных городах, что приводило к значительным затратам. На современном этапе развития железнодорожного транспорта следует оценить эффективность третьего способа – развития существующих магистральных линий за счет укладки дополнительных главных путей. Речь идет о двухпутных вставках на однопутных линиях и в отдельных случаях об укладке третьих главных путей на двухпутных магистралях.

В статье предлагается метод оценки условий работы однопутных перегонов железнодорожных линий с применением имитационного моделирования в программе «Барьер-2», основанный на определении задержек пропуска поездопотоков, в том числе из-за скрещения поездов. Выполнены варианты расчетов задержек для непакетного и пакетного графика движения при различных перегонных временах хода и межпоездных интервалах. Полученные результаты обосновывают способ учета задержек поездов на однопутных перегонах, который может использоваться для технико-экономической оценки укладки дополнительных главных путей при развитии существующих участков железных дорог.

Ключевые слова: развитие сети железных дорог, вес поезда, однопутные линии, задержки поездопотока, моделирование

Для цитирования: Дмитренко А. В., Калидова А. Д., Гунбин А. А. Особенности выбора способа освоения перевозок железнодорожным транспортом с учетом закономерностей развития эксплуатационной работы и транспортной сети // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 2 (79). С. 50–59. DOI 10.52170/1815-9265_2026_79_50.

Original article

Peculiarities of choosing a method for developing rail transportation, taking into account the development patterns of operational work and the transport network

Alexey V. Dmitrenko^{1✉}, Alexandra D. Kalidova², Anton A. Gunbin³

^{1, 2, 3} Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

¹ dmitrenkoav@mail.ru✉

² alexsandra_kd@bk.ru

³ gunbin_gdsu@mail.ru

Abstract. The development of the Russian railway network and the improvement of transportation technology are closely related to the development of increasing transportation volumes by rail. In the first stage of transport development, the increase in transportation volumes was mainly achieved through the construction of new railway lines; in the next stage, after the saturation of Russia's most developed territories, it was achieved through increasing the average weight of freight trains. At the same time, the main technical means for the formation and disbanding of freight trains, and the processing of cars were carried out in large cities, which led to significant costs. At the

current stage of rail transport development, it is necessary to evaluate the effectiveness of the third method – the development of existing main lines by laying additional main tracks. This involves double-track inserts on single-track lines and, in some cases, the laying of third main tracks on double-track main lines.

The article proposes a method for assessing the operating conditions of single-track sections of railway lines based on simulation modeling using the 'Barrier-2' program, based on determining delays in the passage of train flows, including those caused by train crossings. Delay calculations for non-packet and packet schedules with various inter-line travel times and train intervals were performed. The results substantiate a method for accounting for train delays on single-track sections, which can be used for the feasibility study of laying additional main tracks during the development of existing railway sections.

Keywords: railway network development, train weight, single-track lines, train flow delays, modeling

For citation: Dmitrenko A. V., Kalidova A. D., Gunbin A. A. Peculiarities of choosing a method for developing rail transportation, taking into account the development patterns of operational work and the transport network. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(79):50–59. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_79_50.

Введение

Железнодорожный транспорт после своего появления быстро занял важнейшее место в транспортной системе многих стран. За счет низких эксплуатационных расходов и относительно высокой провозной способности объем перевозок стал быстро возрастать [1]. Достаточно скоро определились три основных способа освоения перевозок.

Первый, начальный способ освоения возрастающих объемов перевозок – строительство новых магистральных железнодорожных линий. Дополнительным эффектом явилась возможность освоения регионов в промышленном и хозяйственном отношении с относительно небольшими начальными затратами.

Вторым способом стало постепенное повышение среднего веса составов грузовых поездов. Одновременно происходило увеличение как длины поездов за счет большего количества вагонов в них, так и грузоподъемности самих вагонов [2, 3].

Третий способ заключается в укладке дополнительных главных путей на магистральных линиях [4–6]. Так, на однопутных линиях могут устраиваться двухпутные вставки, а также сооружаться сплошные вторые главные пути [7]. Для особо загруженных двухпутных магистральных линий эффективно строительство третьего главного пути на отдельных перегонах.

Изменение эффективности различных способов освоения возрастающих объемов перевозок отражено в табл. 1. Можно предположить, что каждый из перечисленных способов имеет свою рациональную сферу практического применения в развитии сети и в эксплуатационной работе [8].

Пик строительства новых железнодорожных линий пришелся на XIX в. и первую половину XX в., с некоторыми перерывами, обусловленными кризисами регионального и мирового

масштаба, в том числе войнами. Начиная с середины XX в. существенную конкуренцию железнодорожному транспорту в ряде стран стал создавать быстро развивавшийся автомобильный транспорт. С учетом того что стоимость развития железнодорожной инфраструктуры по мере того, как она становилась все более сложной, также увеличивалась, все более актуальным становится вопрос об экономически целесообразных способах дальнейшего освоения возрастающих объемов перевозок и соответствующих способах развития сети железных дорог РФ и организации эксплуатационной работы. То есть о том, какой из приведенных выше способов повышения пропускной и провозной способности железных дорог рационально использовать в тех или иных условиях.

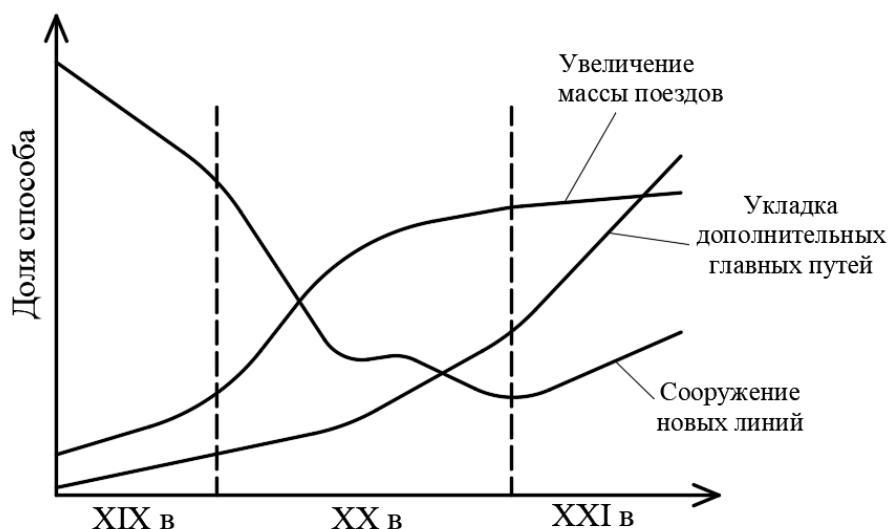
Методы исследования

На начальном этапе функционирования железнодорожного транспорта при относительно небольшой транспортной сети сооружение новых магистральных линий обеспечивало весьма значительный эффект с точки зрения повышения пропускных способностей и регионального развития. Однако по мере насыщения транспортной сети большее применение стали получать другие два способа, в частности повышение среднего веса составов грузовых поездов. Начиная с XX в., в связи с развитием автомобильного транспорта и совершенствованием технических средств железнодорожного транспорта, доля строительства новых железных дорог стала снижаться (рис. 1).

Возможности для повышения веса поездов обеспечивались новыми техническими решениями и совершенствованием вагонного и локомотивного парков, включая ввод в эксплуатацию более мощных локомотивов, широкое внедрение тепловозной и особенно электровозной тяги. Дополнительные возможности для повышения пропускной и провозной способностей также

**Качественная оценка эффективности различных способов освоения
возрастающих объемов перевозок**

Способ освоения объемов перевозок	Начало эпохи	Окончание эпохи
Строительство новых железнодорожных линий	На начальном этапе появления и развития железнодорожного транспорта строительство новых магистральных линий обеспечивало не только освоение возрастающих объемов перевозок, но и ускоренное развитие значительных территорий	Строительство новых железнодорожных линий и насыщение сети уменьшило эффективность освоения возрастающих объемов перевозок. Сократилась возможность освоения в промышленном и хозяйственном отношении больших территорий страны
Повышение среднего веса грузовых поездов	На начальном этапе новые железнодорожные линии строились с короткими длинами путей станций, которые сооружались на окраинах самых крупных в то время городов. Повышение веса грузовых поездов на начальном этапе функционирования железнодорожного транспорта обеспечивало значительное сокращение капитальных затрат и эксплуатационных расходов, связанных с освоением возрастающих объемов перевозок	При достижении среднего веса грузовых поездов порядка 4 000 т увеличились затраты, связанные с формированием грузовых поездов, повторной переработкой вагонов. Существенно возросла стоимость локомотивного парка. Увеличились затраты, связанные с выполнением работ по капитальному ремонту пути на магистральных железнодорожных линиях. Особо крупные капитальные затраты требуются для усиления технических средств железнодорожного транспорта, развития железнодорожных станций, особенно на территории крупных городов
Поэтапное переустройство однопутных железнодорожных линий в двухпутные, укладка дополнительных главных путей	На начальном этапе функционирования железнодорожного транспорта требуются крупные удельные капитальные затраты на малые объемы перевозок. Требуются крупные капитальные затраты на строительство дорогостоящих технических объектов, особенно в сложных горных условиях	При укладке дополнительных главных путей на существующих линиях пропуск большого количества составов грузовых поездов осуществляется с относительно малыми затратами. Основные капитальные затраты приходятся на строительство технических объектов инфраструктуры вне крупных узлов, в сельской местности, затраты на укладку новых дополнительных главных путей на перегонах невелики. Сокращаются затраты, связанные с выполнением работ по капитальному ремонту пути на магистральных железнодорожных линиях



*Рис. 1. Качественное соотношение различных мероприятий
по освоению возрастающих объемов перевозок*

давало активное внедрение новых технических средств (автоблокировки и других средств СЦБ и связи), электрификация железнодорожных магистралей, усиление путевой инфраструктуры.

Кроме этого, на изначально широко распространенных однопутных линиях сооружались дополнительные разъезды и двухпутные вставки. В комплексе это позволило существенно нарастить пропускную способность за счет сокращения межпоездных интервалов на уже существующих линиях. Можно считать, что в этот период развитие технических средств инфраструктуры, а также совершенствование подвижного состава обеспечили повышение возможностей по перевозке грузов с использованием однопутных линий.

При дальнейшем увеличении потребных объемов перевозок возник вопрос об условиях эффективного использования третьего способа – строительства двухпутных вставок и вторых главных путей на однопутных перегонах.

Данный способ усиления технического оснащения железнодорожных линий на современном историческом этапе и в перспективе можно считать основным для дальнейшего освоения увеличивающихся объемов перевозок за счет повышения размеров движения на них, а также для увеличения участковой скорости за счет сокращения времени и количества стоянок поездов под скрещением и обгоном на разъездах.

Необходимо отметить, что каждый из трех описанных выше способов повышения провозной способности железных дорог сопряжен с потребностями инвестиций в развитие инфраструктуры и совершенствование нетягового и тягового подвижного состава, технических средств, инфраструктуры. Так, увеличение веса поездов, помимо потребности в более мощных локомотивах, требует удлинения станционных путей, а при увеличении осевых нагрузок – также усиления путевой инфраструктуры, земляного полотна и искусственных сооружений.

Оценка эффективности и условий рационального применения того или иного способа повышения пропускной и провозной способности железных дорог требует выполнения соответствующих технико-экономических расчетов. При этом необходимо учитывать следующие виды основных затрат:

- инвестиционные вложения в создание, а также совершенствование технических средств инфраструктуры, а также в подвижной состав;
- эксплуатационные расходы, зависящие и не зависящие от размеров движения. К пер-

вым следует отнести расходы по движению поездов, ко вторым – расходы по содержанию постоянных устройств и сооружений.

Необходимо отметить, что каждый из способов в тех или иных условиях будет иметь и технические ограничения. В частности, на возможность увеличения массы и длины поездов влияют тяговые и тормозные характеристики поездных локомотивов, параметры продольного профиля пути (прежде всего, величина руководящего уклона), полезная длина приемо-отправочных путей железнодорожных станций и возможности ее увеличения при реконструкции станций.

Отдельно следует отметить особенность, связанную с топологией отечественной сети железных дорог и основными маршрутами перевозок. Она состоит в том, что значительные объемы перевозок выполняются на весьма протяженных маршрутах. При этом с точки зрения рациональной технологии продвижения поездопотоков необходимо учитывать конструктивные и эксплуатационно-технологические ограничения на всем пути следования поездов.

Можно отметить, что при значительной дальности следования поездопотоков возрастает вероятность их обслуживания и переработки на технических станциях. Последние чаще всего не имеют путей достаточной длины, а необходимое переустройство крупных технических станций является не только весьма дорогостоящим, но зачастую существенно ограничивается местными условиями. Еще одним негативным фактором, ограничивающим возможности увеличения массы и длины поездов, является повышенная нагрузка на путевую инфраструктуру и технические средства. В этих условиях значительно возрастает экономическая и эксплуатационная стоимость отказов технических средств.

В связи с этим более эффективной мерой по увеличению пропускной и провозной способности железных дорог может оказаться не повышение веса и длины поездов, а развитие линейной инфраструктуры с укладкой дополнительных вторых главных путей на перегонах, а в ряде случаев и третьих.

Для технико-экономического обоснования перехода от однопутных перегонов к двухпутным требуется учитывать не только пропускную способность, но и задержки, возникающие при пропуске встречных поездопотоков по однопутным элементам [9]. Ликвидация этих задержек, связанных со скрещением поездов и

недостатком пропускной способности однопутных перегонов, при укладке дополнительных главных путей обеспечит не только рост пропускной способности, но и увеличение участковой и маршрутной скорости. Одним из косвенных эффектов станет увеличение пробега локомотивов и потенциальная возможность увеличения расстояния между техническими станциями, пунктами смены локомотивных бригад. В пределах полигона и сети в целом это также будет способствовать сокращению сроков доставки и снижению себестоимости перевозок.

Для оценки технологических возможностей однопутных перегонов предлагается использовать метод имитационного моделирования пропуска поездопотоков. Представленные далее результаты расчетов получены с использованием имитационной модели «Барьер-2» [10, 11], в которой однопутные перегоны рассматриваются в качестве барьерных мест, ограничивающих пропускную способность. Модель позволяет определять пропускную способность однопутных элементов участка, количество и длительность задержек в пропуске поездов, которые легко могут быть трансформированы в соответствующие эксплуатационные расходы для сравнения вариантов однопутных и двухпутных перегонов (с использованием соответствующих расходных ставок по задержкам поездов).

Результаты исследования

В качестве объекта исследования рассматривался условный однопутный перегон (барьерный элемент), протяженность которого оцени-

валась опосредованно, через время занятия перегона поездом [12]. Барьерный элемент с обеих сторон ограничивается зонами задержки, которые отображают время задержки пропуска каждого поезда. Под зонами задержки можно понимать отдельные пункты, ограничивающие барьерный элемент, двухпутные вставки или участки со сплошным вторым главным путем (если они разделяются рассматриваемым однопутным барьерным элементом).

Рассматривались вариативные условия пропуска встречных поездопотоков: непакетный график движения поездов (ГДП) и пакетный с количеством поездов в пакете, равным двум и трем; время хода по однопутному перегону, равное 10, 15, 20 и 25 мин для поезда каждого направления.

Сводный план модельных экспериментов приведен в табл. 2.

На рис. 2 (для эксперимента 1) представлен вид графика прохода поездами барьерного однопутного элемента, на рис. 3 – гистограмма задержек поездопотока. В данных условиях межпоездной интервал заметно превышает перегонное время хода, поэтому существенных задержек не возникает: максимальное время задержки для условий незначительного поездопотока не превышает 11 мин. Однако ситуация существенно меняется при увеличении размеров движения – см. рис. 4 и 5 (пример для эксперимента 3). В этом случае по величине задержек видно, что однопутный элемент работает в критическом режиме, что прямо указывает на целесообразность укладки второго главного пути.

Таблица 2

План модельных экспериментов

Номер эксперимента	Тип ГДП	Минимальный интервал между поездами, мин	Время хода по перегону, мин	Количество поездов в пакете	Интервал между поездами в пакете
1	Непакетный	20	10	—	—
2			15		
3			20		
4			25		
5	Пакетный		10	2	10
6			15		
7			20		
8			25		
9			10	3	10
10			15		
11			20		
12			25		

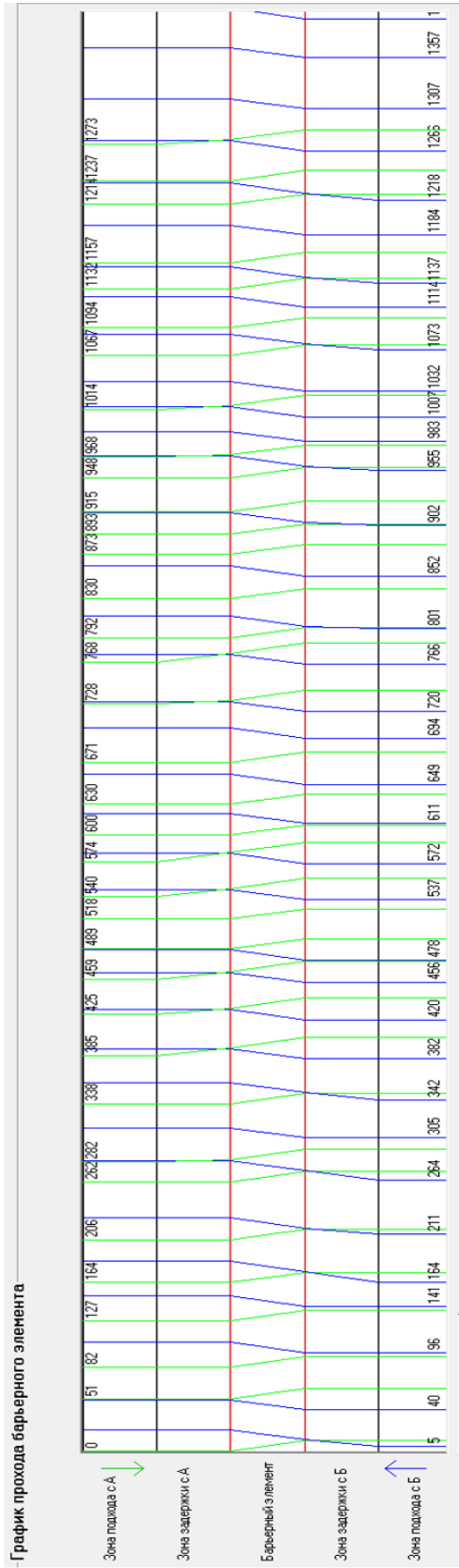


Рис. 2. График проследования поездов через однопутный элемент, эксперимент 1

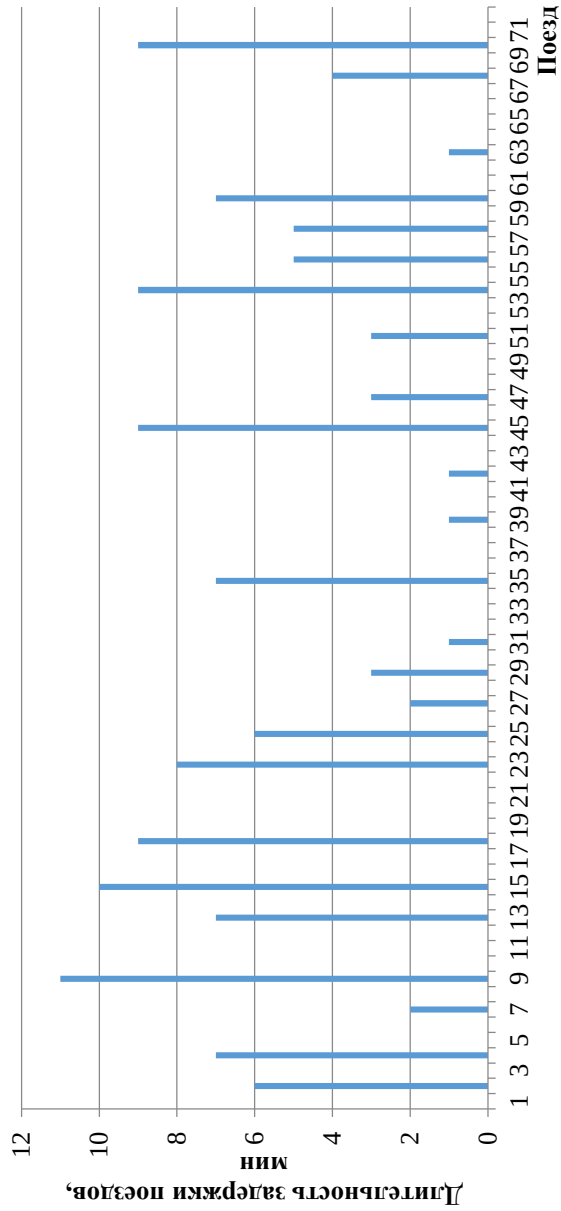


Рис. 3. Задержки при пропуске поездопотоков, эксперимент 1

Примечание. По оси абсцисс показаны порядковые номера поездов в суммарном потоке четного и нечетного направлений (в порядке подхода к однопутному барьерному элементу).

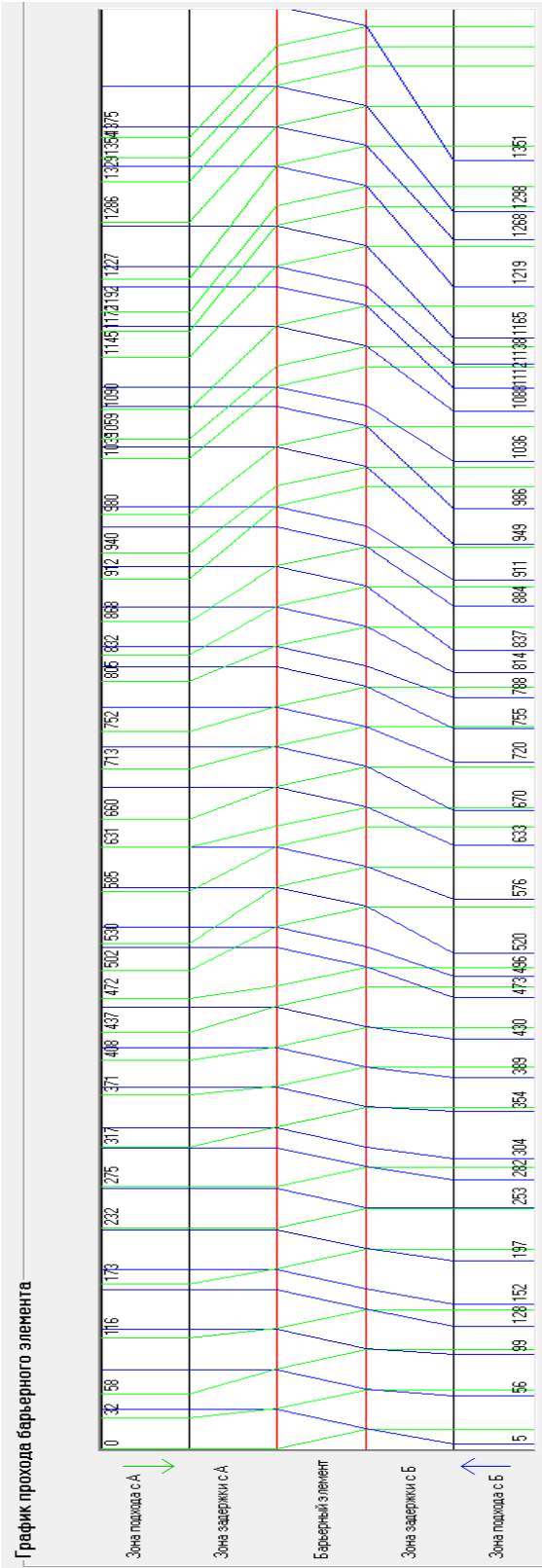


Рис. 4. График проследования поездов через однопутный элемент, эксперимент 3

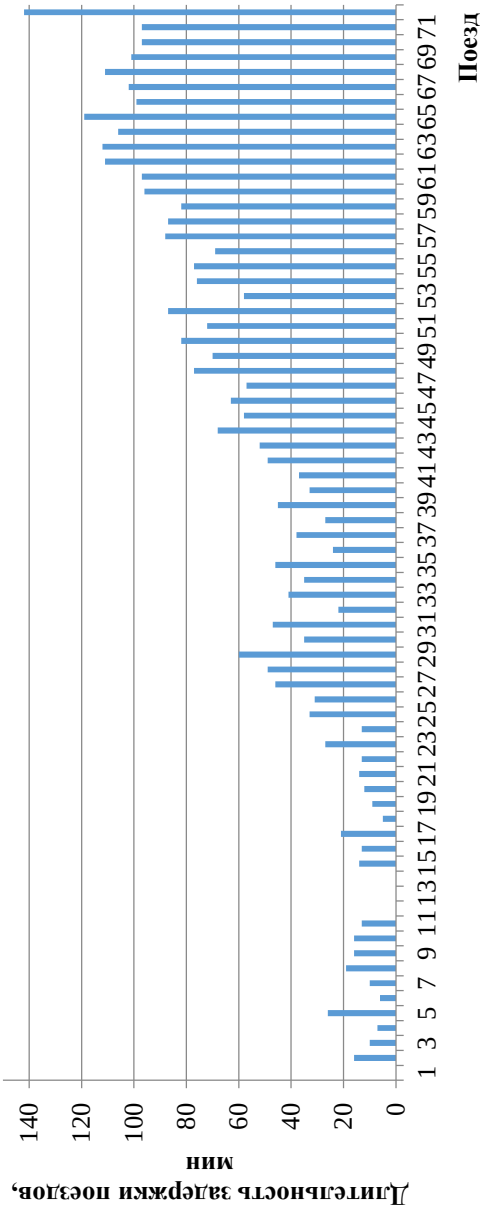


Рис. 5. Задержки при пропуске поездопотоков, эксперимент 3

Итоги статистической обработки всех экспериментов представлены в табл. 3. Полученные результаты могут использоваться при принятии решений по укладке второго главного пути с учетом не только пропускной способности однопутных перегонов, но также количества и времени задержек (с учетом путевого развития ограничивающих однопутный элемент линейных объектов инфраструктуры). Длительность задержки можно трансформировать в соответствующие эксплуатационные расходы для дальнейшего использования в технико-экономических расчетах по укладке второго главного пути.

Таблица 3

Результаты расчета задержек поездопотока на однопутном элементе

Номер эксперимента	Математическое ожидание времени задержки поезда, мин	Среднее квадратическое отклонение, мин
1	1,9	3,2
2	4,8	8,6
3	49,9	36,6
4	220,7	123,0
5	14,9	11,9
6	169,9	91,0
7	467,9	249,8
8	861,2	489,9
9	70,6	29,9
10	444,1	233,4
11	779,0	441,7
12	1 065,6	618,5

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. В процессе развития железнодорожного транспорта менялись основные способы освоения возрастающих объемов перевозок: строительство новых железнодорожных линий, повышение веса грузовых поездов, строительство вторых главных путей на магистральных однопутных железнодорожных линиях.

2. На начальном этапе развития технических средств железнодорожного транспорта основное внимание уделялось строительству новых железнодорожных линий, что не только позволяло увеличивать пропускную и провозную способности железных дорог, но и способствовало активизации хозяйственного освоения значительных территорий нашей страны с меньшими затратами.

3. После насыщения сетью железных дорог основных территорий приоритет в развитии транспорта стал смещаться на повышение среднего веса составов грузовых поездов, что в совокупности с развитием технических средств (тягового и нетягового подвижного состава, систем СЦБ, электрификации и других объектов и систем инфраструктуры) обеспечило рост провозных способностей и освоение возрастающих объемов перевозок.

4. В перспективе важной научно-практической задачей следует считать обоснованное усиление существующих железнодорожных линий, прежде всего за счет укладки дополнительных главных (вторых, третьих) путей. Помимо роста пропускной и провозной способностей, это обеспечит сокращение задержек и повышение интенсивности пропуска поездопотоков по сети железных дорог РФ.

5. Технико-экономическое обоснование перехода от однопутных перегонов к двухпутным требует использования методов моделирования пропуска поездопотоков через однопутные перегоны, которые можно рассматривать в качестве барьерных мест, ограничивающих пропускную способность. Для этого может использоваться имитационная модель «Барьер-2», результаты выборочных расчетов по которой для различных условий пропуска поездопотоков и параметров однопутных перегонов представлены в данной статье.

Список источников

1. Левин Д. Ю. Развитие сети железных дорог в России в XIX веке // Железнодорожный транспорт. 2022. № 10. С. 39–45. EDN SWVMGL.
2. Дмитренко А. В., Идер Б. Принципы установления рационального веса и длины грузовых поездов по направлениям движения для однопутных железнодорожных линий // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : сборник трудов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 20–21 октября 2021 года. Москва : Российский университет транспорта, 2022. С. 127–133. EDN BLEQTX.
3. Левин Д. Ю. Расчет и оценка эффективности использования перевозочных возможностей железных дорог // Наука и технологии железных дорог. 2023. Т. 7, № 3 (27). С. 8–17. EDN WXTRMC.

4. Одуденко Т. А., Агапова Ю. Ю., Танайно Ю. А. Возможности поэтапного увеличения пропускных способностей на однопутных направлениях Дальневосточного региона // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2019. № 2 (49). С. 40–44. EDN BMVKHI.
5. Агапова Ю. Ю., Одуденко Т. А. Анализ пропускной способности однопутных участков Забайкальской железной дороги // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2019. № 4 (21). С. 20–22. EDN NEEXSU.
6. Северомуйский тоннель: развитие с учетом пропускной способности / А. В. Дмитренко, С. В. Карасев, К. В. Королев, А. Д. Калидова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2021. № 1 (69). С. 88–96. DOI 10.26731/1813-9108.2021.1(69).88-96. EDN HOPUIU.
7. Сивицкий Д. А., Осипов Д. В. Анализ вариантов развития раздельных пунктов при проектировании двухпутных вставок // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2020. № 2 (53). С. 21–29. EDN XWLGRP.
8. Черняк А. Р. Методика технико-экономического обоснования перехода от однопутного перегона к двухпутной вставке на специализированных грузовых линиях // Дни науки – 2025 : материалы регионального форума (Новосибирск, 14–26 апреля 2025 г.). В 2 ч. Ч. 1. Технические науки. Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 32–36. EDN FEMIEB.
9. Карасев С. В., Корягин М. Е. Оценка задержек поездов на железнодорожной сети методом моделирования в условиях случайного образования заявок на перевозку // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2018. № 2 (45). С. 43–51. EDN UZCUBQ.
10. Калидова А. Д. Алгоритм пропуска скоростных поездов через барьерные места инфраструктуры // Политранспортные системы : материалы IX Международной научно-технической конференции, Новосибирск, 17–18 ноября 2016 года. Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2017. С. 22–29. EDN ZWVQEV.
11. Калидова А. Д. Разработка метода технологической оценки процесса пропуска поездопотоков через однопутное барьерное место двухпутной линии на основе имитационного моделирования // Транспорт Урала. 2017. № 2 (53). С. 102–108. DOI 10.20291/1815-9400-2017-2-102-108. EDN YUNJCB.
12. Карасев С. В., Черняк А. Р. Определение максимальной допустимой длины однопутных элементов специализированной грузовой линии по условию достаточности наличной пропускной способности // Транспорт Урала. 2024. № 3 (82). С. 32–41. DOI 10.20291/1815-9400-2024-3-32-41. EDN CSHUVJ.

References

1. Levin D. Yu. Development of the railway network in Russia in the 19th century. *Railway Transport*. 2022;(10):39–45. (In Russ.). EDN SWVMGL.
2. Dmitrenko A. V., Ider B. Principles of establishing a rational weight and length of freight trains in the directions of travel for single-track railway lines. *Innovative Technologies in Railway Transport: Proceedings of the Scientific and Practical Conference with International Participation, Moscow, October 20–21, 2021*. Moscow: Russian University of Transport; 2022. P. 127–133. (In Russ.). EDN BLEQTX.
3. Levin D. Yu. Calculation and assessment of the efficiency of using the transportation capabilities of railways. *Science and Technology of Railways*. 2023;7(27):8–17. (In Russ.). EDN WXTRMC.
4. Odudenko T. A., Agapova Yu. Yu., Tanaino Yu. A. Possibilities of a phased increase in throughput capacities on single-track routes in the Far Eastern region. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2019;(49):40–44. (In Russ.). EDN BMVKHI.
5. Agapova Yu. Yu., Odudenko T. A. Analysis of the throughput capacity of single-track sections of the Trans-Baikal Railway. *Transport of the Asia-Pacific Region*. 2019;(21):20–22. (In Russ.). EDN NEEXSU.
6. Dmitrenko A. V., Karasev S. V., Korolev K. V., Kalidova A. D. Severomuysky tunnel: development taking into account throughput. *Modern Technologies. Systems Analysis. Modeling*. 2021;(69):88–96. (In Russ.). DOI 10.26731/1813-9108.2021.1(69).88-96. EDN HOPUIU.
7. Sivitsky D. A., Osipov D. V. Analysis of development options for separation points when designing double-track inserts. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2020;(53):21–29. (In Russ.). EDN XWLGRP.
8. Chernyak A. R. Methodology for the feasibility study of the transition from a single-track section to a double-track insert on specialized freight lines. *Days of Science – 2025: Proceedings of the Regional Forum. In 2 parts, Novosibirsk, April 14–26, 2025*. Novosibirsk: Siberian Transport University; 2025. P. 32–36. (In Russ.). EDN FEMIEB.
9. Karasev S. V., Koryagin M. E. Estimation of train delays on the railway network by the simulation method under conditions of random formation of transportation requests. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2018;(45):43–51. (In Russ.). EDN UZCUBQ.

10. Kalidova A. D. Algorithm for passing high-speed trains through infrastructure barriers. *Polytransport Systems: Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference, Novosibirsk, November 17–18, 2016*. Novosibirsk: Siberian Transport University; 2017. P. 22–29. (In Russ.). EDN ZWVQEV.

11. Kalidova A. D. Development of a method for technological assessment of the process of passing train flows through a single-track barrier place on a double-track line based on simulation modeling. *Transport of the Urals*. 2017;(53):102–108. (In Russ.). DOI 10.20291/1815-9400-2017-2-102-108. EDN YUNJCB.

12. Karasev S. V., Chernyak A. R. Determination of the maximum permissible length of single-track elements of a specialized freight line based on the condition of sufficiency of the available throughput. *Transport of the Urals*. 2024;(82):32–41. (In Russ.). DOI 10.20291/1815-9400-2024-3-32-41. EDN CSHUVJ.2.

Информация об авторах

А. В. Дмитренко – доктор технических наук, профессор кафедры «Железнодорожные станции и узлы» Сибирского государственного университета путей сообщения.

А. Д. Калидова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы» Сибирского государственного университета путей сообщения.

А. А. Гунбин – кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the authors

A. V. Dmitrenko – Doctor of Engineering, Professor of the Railway Stations and Junctions Department, Siberian Transport University.

A. D. Kalidova – Candidate of Engineering, Associate Professor of the Railway Stations and Junctions Department, Siberian Transport University.

A. A. Gunbin – Candidate of Engineering, Associate Professor of the Railway Stations and Junctions Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 23.04.2026; одобрена после рецензирования 05.05.2026; принята к публикации 07.05.2026.

The article was submitted 23.04.2026; approved after reviewing 05.05.2026; accepted for publication 07.05.2026.