

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ С УВЕЛИЧЕННЫМ ТРАНЗИТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

В статье рассмотрена система организации вагонопотоков при формировании транспортных коридоров на сети железных дорог. Проведен анализ показателей оборота вагона за 2021–2023 годы. Рассмотрены способы увеличения транзитного вагонопотока на участке железнодорожного полигона. Представлены расчеты, доказывающие целесообразность формирования транспортного коридора на обособленной линии.

Ключевые слова: оборот вагона, транспортные коридоры, вагонопоток, железнодорожные линии, железнодорожный полигон

EDN: KIJTKG

Задачей 10 развития транспортного комплекса Российской Федерации является «Ускоренное развитие участков международных транспортных коридоров, проходящих через Россию». Транспортной стратегией Российской Федерации отмечается рост объемов контейнеризации, который должен достигнуть 16–20% к 2035 году. Это создаст дополнительный спрос на контейнеры и контейнерные платформы, а также на терминальную перегрузочную технику. При этом объем международных транзитных отправлений с учетом порожних вагонов в 2020 году составил 27,86 млн тонн, или 2,24% от всех объемов погрузки на сети [1].

Северный морской путь является альтернативным водным маршрутом между Азией и Европой и позволяет миновать Индийский океан, в котором развитие торговой логистики осложнено действием внешних военно-политических сил. На южном морском направлении существуют 11 критических точек, способных затруднить продвижение судов по маршрутам: Малаккский пролив и пролив Ломбок

между Индийским и Тихим океанами, Суэцкий канал и Ормузский пролив на Ближнем Востоке и др. [2]. В свою очередь Северный морской путь требует развития ледокольного и усиленного ледового грузового флотов для освоения грузопотоков, следующих на сегодняшний день «Южным» маршрутом, что требует больших финансовых инвестиций.

По этой причине, развитие сухопутных транспортных коридоров на территории Евразии может стать дополнением к Северному морскому пути. Хотя железнодорожные перевозки дороже морских из-за различных факторов (в том числе стоимость топлива, инфраструктуры и обслуживания), они обеспечивают более быструю доставку грузов даже на большие расстояния, не ограничены влиянием погоды (штормов и волнений в море, влияющих в том числе на порты) и лучше интегрируются с другими видами транспорта. Эти факторы имеют большее значение для перевозки дорогостоящих грузов третьего класса, не оспаривая преимущества морского транспортного коридора для массовых навалочных и сырьевых грузов.



К.С. Яникеев

Яникеев Кирилл Сергеевич, аспирант кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: технология работы и инфраструктура грузовых и пассажирских станций, транспортные коридоры, специализация железнодорожных линий.

Транспортные коридоры «Запад – Восток» и «Север – Юг» могут быть востребованы не только для перевозок из Юго-Восточной и Центральной Азии в Европу, но и для освоения быстро растущих потребностей в транспортных услугах стран Ближнего Востока и Северной Африки.

Осенью 2022 года, в рамках национального проекта по развитию магистральной инфраструктуры [3], был завершен первый этап строительства БАМа и Транссиба. Сегодня реализуется второй этап развития инфраструктуры на Восточном полигоне, что позволяет увеличить провозную способность полигона до 158 млн тонн [4]. При этом, в процессе совершенствования системы организации планирования и оперативного управления движением поездов требуется учитывать как потребности пассажиров, грузоотправителей и грузополучателей; имеющиеся эксплуатационные ограничения, так и техническую и экономическую устойчивость железнодорожного транспорта в целом [5]. Представленные условия диктуют необходимость модернизации железнодорожной инфраструктуры с использованием имеющихся технических средств для максимально быстрого достижения требуемых результатов при минимальных затратах.

Данная статья ставит целью оценку работы сети железных дорог и требования к железнодорожным полигонам, через которые формируются транспортные коридоры при увеличении транзитного движения на железных дорогах.

Оценка работы грузового вагона на сети железных дорог

Показатель «оборот вагона» является качественным показателем для оценки использования подвижного состава в соответствии с Приложением №2 [6] и характеризует продолжительность производственного цикла работы грузового вагона.

Согласно отчетам ОАО «РЖД» по форме 9д-5 построена гистограмма оборота вагона по элементам (рис. 1).

Из гистограммы видно, что оборот грузового вагона рабочего парка по итогам 2022 года составил 18,05 суток (433,21 часов), что на 38,19 часа больше (или 9,7%), чем показатель предыдущего года (16,46 суток, или 395,02 часов). В первом полугодии 2023 года оборот вагона составил 18,24 суток (437,7 часов), что на 1% больше, чем за период 2022 года. Однако, с января по март 2024 г. оборот вагона увеличился до 20,16 суток, причем 61,3% простоя приходится на работу в зоне ответственности ОАО «РЖД» [7].

Из рис. 1 видно, что в движении вагон находится 17% от общего времени оборота, данный процент одинаковый для 2022 и 2023 годов, однако относительно данных за 2021 года, время в движении выросло в абсолютном значении примерно на 5 часов (или 7,1%). Этот результат можно связать с недостаточной пропускной способностью некоторых участков. Это вынуждает все больше грузовых поездов отправлять по «окружным» маршрутам, оставляя

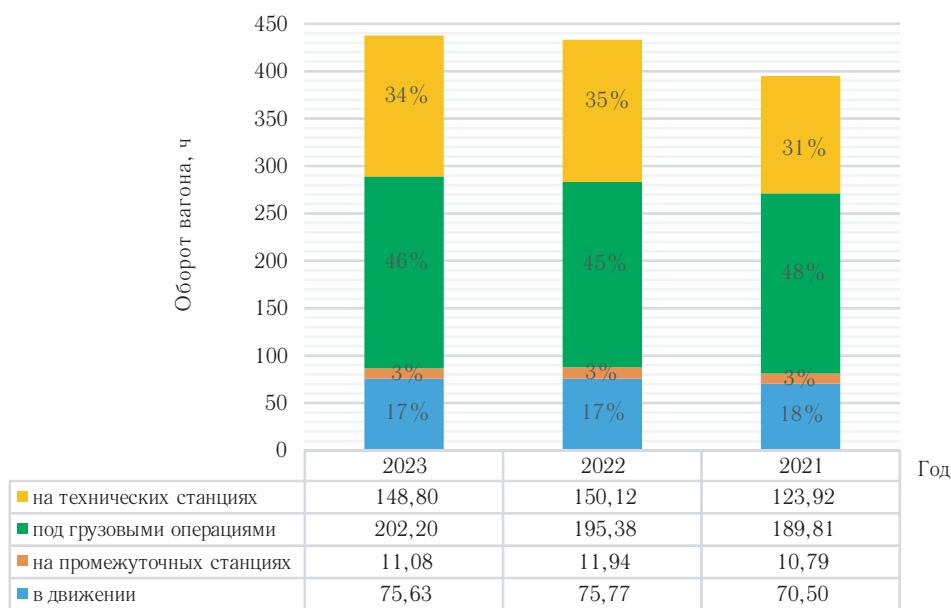


Рис. 1. Гистограмма оборота вагона по элементам

наиболее короткие для пассажирского движения и ускоренных поездов.

В рассматриваемый период с 2021 по 2023 годы наблюдается существенный рост времени, которое вагоны находятся на технических станциях. С 2021 года показатель вырос более чем на одни сутки (на 26,2 часов). В процентном соотношении между 2021 и 2022 годами простой на технических станциях увеличился в 1,21 раза (21,1%) – это является наихудшим увеличением времени в сравнении с другими показателями (2,92% – под грузовыми операциями, 10,66% – на промежуточных станциях, 7,48% – в движении).

Согласно отчетам ОАО «РЖД» по форме 9д-5 были построены графики (по месяцам) участковой и технической скоростей по сети (рис. 2).

Из графиков на рис. 2 видно, что наиболее высокие скорости следования поездов достигались в январе, что связано со снижением объема производимой продукции по причине нерабочих выходных дней и, как следствие, уменьшения грузовых отправок.

Средняя техническая скорость в 2021 году составила 44,49 км/ч, участковая – 39,83 км/ч, при этом в 2022 году эти показатели снизились соответственно до 42,93 км/ч (1,56 км/ч или 3,5%) и 38,27 км/ч (1,56 км/ч или 3,9%). Участковая скорость оказывается ниже технической скорости на 4,66 %. Эти потери соответствуют 11 часам или 3% оборота вагона.

Таким образом, наибольшее влияние на продвижение вагонов оказывает простой на технических станциях (сортировочных и участковых) – более 60% от общего продвижения вагонов без учета простоя на

начальных и конечных грузовых станциях. При этом, время на движение поездов увеличивается, а скорости движения падают. Причинами этого могут быть как и общее увеличение осваиваемых грузопотоков, так и повышение числа пассажирского сообщения и ускоренных грузовых поездов.

Задача увеличения транзитного вагонопотока на участке полигона

Для освоения возрастающего грузопотока осуществляется поиск технических и технологических решений, направленных на более эффективную эксплуатацию инфраструктуры и подвижного состава, к которым можно отнести применение полигонных моделей и организацию перевозочного процесса на основе технико-технологических параметров [8], совершенствование технического оснащения железнодорожных станций посредством применения автоматизированных систем управления, увеличения путевого развития и линий.

Для оценки влияния транзитного вагонопотока на железнодорожную сеть использовались [9;10]. Согласно Инструктивным указаниям план формирования вагонопотоков одногруппных поездов мощностью N_i рассчитывается на основе суммарных затрат, приходящихся на один вагон (руб./ваг) по формуле 1:

$$E = \left(\sum E_{\text{движ}} + \sum E_{\text{тех.ст.}}^{\text{б/п}} + E_{\text{тех.ст.}}^{\text{с/п}} \right) \cdot N_i + E_{\text{нак}}, \quad (1)$$

В формуле (1) учитываются как затраты на движение $E_{\text{движ}}$, так и нахождение вагона на станции без

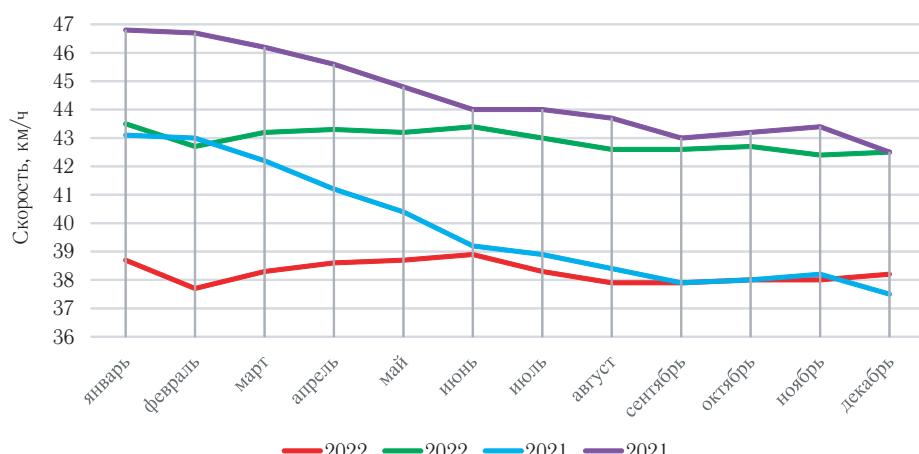


Рис. 2. Графики участковой и технической скоростей по сети

переработки $E_{\text{tex.ct.}}^{\delta/\pi}$, с переработкой $E_{\text{tex.ct.}}^{\text{c/п}}$. Отдельным выделяются затраты на накопление $E_{\text{нак}}$, зависящие от величины состава формируемого поезда m_{ϕ} (ваг) и расходной ставки на 1 вагоно-час грузового вагона, определяемыми по формуле (2):

$$E_{\text{нак}} = C m_{\phi} e_{\text{вн}}. \quad (2)$$

В формуле (2), коэффициент C , называемый параметром накопления (сост-ч/сут), определяется для каждого назначения i из числа формируемых станций назначений k :

$$C_i = 12 \left(1 - \frac{B m_p \sqrt{N_i}}{(3,1 + 0,014 N_i) k m_i} \right), \quad (3)$$

где B – коэффициент, зависящий от допустимых колебаний числа вагонов в составах рассматриваемого назначения i ;

N_i – мощность назначения i , ваг.;

m_p – состав расформированного поезда, ваг.;

m_i – состав поезда, ваг.;

Время накопления состава поезда при расчете плана формирования:

$$t_{\text{нак}} = \frac{C m_i}{N_i}. \quad (4)$$

В соответствии с формулами (2–4) и принятыми значениями $B=0,5$ (для среднесетевых условий в случае сквозных и участковых поездов в соответствии с [8] (пункт П1.4.1), $e_{\text{вн}}=8,818$ руб./ваг-ч, $m_{\phi}=m_p=m_i=50$ ваг., и $k=\{1, 2, 5, 10, 15, 20, 25\}$, $N_i=\{5000, 2500, 1000, 500, 333, 250, 200\}$ ваг. состав-

лены следующие графики зависимостей $E_{\text{нак}}$ (C, m), $C (N_i, m)$, $t_{\text{нак}}$ (C, N_i, m), представленные на рис. 3.

В соответствии с представленными графиками отметим, что с увеличением числа формируемых назначений k продолжительность накопления $t_{\text{нак}}$, приходящееся на одно назначение, увеличивается, при этом стоимость накопления вагонов $E_{\text{нак}}$ растет быстро при формировании до 10 назначений на станции, после чего достигает лимита.

Так как наибольшие потери времени в обороте приходятся на простой вагонов на технических станциях, то для уменьшения времени нахождения под накоплением и непосредственно стоимости накопления составов необходимо уменьшать число формируемых назначений k на станции. Затраты на движение определяются согласно формуле (5):

$$E_{\text{движ}} = E_{\text{км}}^{\text{ваг}} + E_{\text{вн}}^{\text{ваг}} + E_{\text{км}}^{\text{лок}} + E_{\text{вн}}^{\text{лок}} + E_{\text{вн}}^{\text{бриг}} + E_{\text{км}}^{\text{бр.ваг}} + E_{\text{эн}}^{\text{тяг}}, \quad (5)$$

где $E_{\text{км}}^{\text{ваг}} + E_{\text{вн}}^{\text{ваг}}$ – расходы на продвижение вагона;

$E_{\text{км}}^{\text{лок}} + E_{\text{вн}}^{\text{лок}}$ – расходы на продвижение локомотива;

$E_{\text{вн}}^{\text{бриг}}$ – расходы на локомотивные бригады;

$E_{\text{км}}^{\text{бр.ваг}}$ – расходы, связанные с тонно-км работой брутто;

$E_{\text{эн}}^{\text{тяг}}$ – расходы на энергетические ресурсы.

Согласно формулам, представленным в [9;10] и принятым равным расстояниям пробега поезда, равным удельным расходам на единицу пробега вагона и локомотива, лок-часа работы бригады, энергии и т.д.,

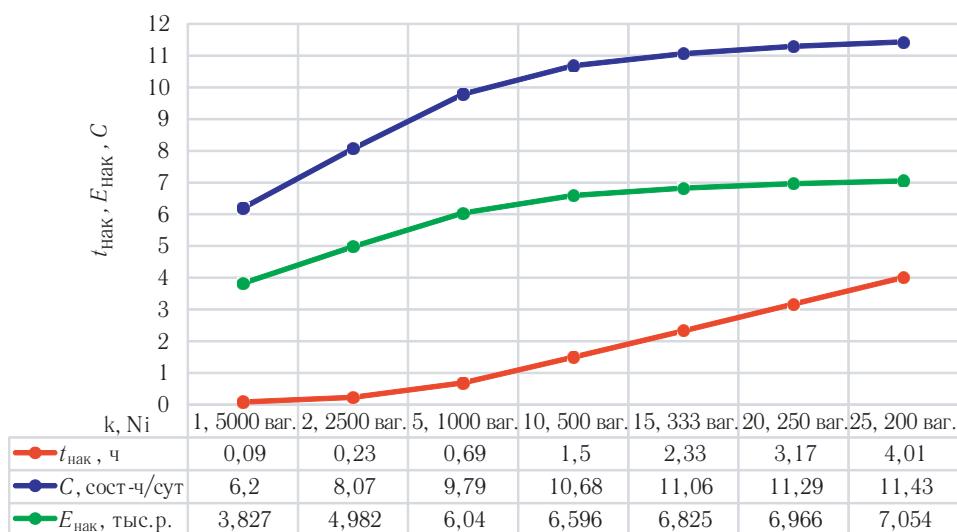


Рис. 3. Графики зависимостей $E_{\text{нак}}$ (C, m), $C (N_i, m)$, $t_{\text{нак}}$ (C, N_i, m)

определенны следующие зависимости расходов $E_{\text{движ}}(m)$, приходящихся на 1 вагон (рис. 4).

Расходы на движение поезда $E_{\text{движ}}$ при различном числе вагонов m представлены на рис. 5.

В соответствии с представленными графиками:

а. Увеличение состава поезда m снижает расходы, приходящиеся на 1 вагон.

б. Изменение вида тяги на более легкую (зеленый на графиках) при малой массе брутто поездов приводит к экономии затрат, приходящихся на 1 вагон, однако использование двойной тяги увеличивает расходы на перевозку.

в. При равных затратах на продвижение (равной массе поезда брутто) рационально увеличивать составность легких (контейнерных) поездов.

Рассмотрим состав поезда из полуваагонов с нагрузкой на ось 25 тс для стандартной длины приемо-отправочного пути 1050 метров. Технические характеристики подвижного состава представлены в табл. 1. При длине состава вагонов 980 метров (с учетом поездного локомотива) масса состава:

Для полуваагонов модели 12-6995:

$$980/23,8 \text{ [ваг.]} \times (29,5+70) \text{ [т]} = 4080 \text{ [т].}$$

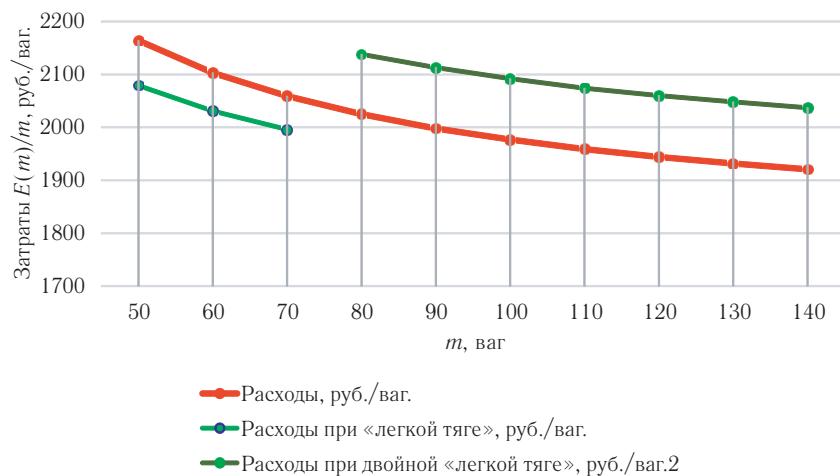


Рис. 4. Расходы, приходящиеся на 1 вагон 80 т в составе поезда, руб./ваг.

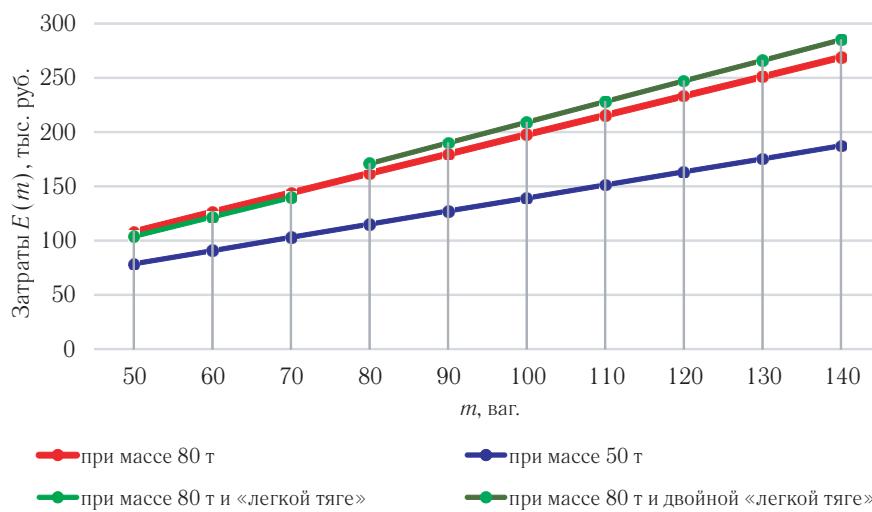


Рис. 5. Расходы на движение поезда $E_{\text{движ}}$ при различном числе вагонов m , руб./ваг.

Для полувагонов модели 12-6995:

$$980/16,88 \text{ [ваг.]} \times (32,5 + 117) \text{ [т]} = 8671 \text{ [т].}$$

С другой стороны, при тех же массах составов, длина поезда, состоящего из 40-футовых фитинговых платформ и 20-футовых контейнеров составит:

Для платформ модели 13-6726:

$$\frac{4080}{21,9 + 72} \times 25,47 = 1095 \text{ [м];}$$

$$\frac{8671}{21,9 + 72} \times 25,47 = 2343 \text{ [м].}$$

Для платформ модели 13-6704:

$$\frac{4080}{45 + 75} \times 26,63 = 906 \text{ [м];}$$

$$\frac{8671}{45 + 75} \times 26,63 = 1917 \text{ [м].}$$

Данные вычисления показывают, что при той же полезной длине приемоотправочных путей (1050 метров) возможно увеличение более чем в два раза массы поезда, сложенного из более вместительных полувагонов (таких, как модели 12-6877). Однако, при использовании единой тяги контейнерные поезда будут становиться до двух раз длиннее, что потребует более длинные приемоотправочные пути в парках приема и отправления поездов, а также в зависимости от схемы путевого развития и принятой технологии работы станции — удлинение вытяжек формирования.

С другой стороны, при формировании поезда по полезной длине приемоотправочных путей потребуется применение «тяжелых» и «легких» локомотивов соответственно для грузовых и контейнерных поездов, что приведет к увеличению затрат на содержание тягового хозяйства на линии.

Согласно данным Комиссии по торговле и развитию Организации Объединенных Наций, на морские перевозки приходится около 80% объема мировой

торговли, причем более 70% из них — на насыпные и контейнерные грузы [11]. Это связано с коренным изменением в номенклатуре перевозимых грузов в мировой экономике. Менее чем полвека назад навалочные и наливные грузы, такие как уголь, железная руда, нефть, или зерно были основными продуктами экспорта развивающихся стран в Западную Европу и Северную Америку. Такие факторы, как относительно невысокая стоимость оплаты труда, привлекающая компании сократить производственные расходы, улучшение транспортных технологий и логистики, позволяющие быстрее и дешевле перевозить товары на большие расстояния, позволяют развивающимся странам становиться крупными индустриальными центрами. К таким странам можно отнести Китай, Индию, или Южную Корею. Они вышли за пределы традиционной модели экономики, основанной на экспорте сырой продукции, и перешли к производству и экспорту товаров, например, электроники и фармацевтики, имеющих высокую добавленную стоимость.

Обзор Аналитического хаба Сбербанка отмечает, что доля контейнерных перевозок в торговле сухими грузами составляет 23% [12]. При этом флот контейнерных перевозок за прошедшие 20 лет увеличил свой тоннаж более чем в 3,5 раза в сравнении с флотом универсальных судов, при этом последний сократился на 20% с начала 2010-х годов. Кроме того, спрос на контейнерные перевозки продолжился даже в пандемийный период ввиду смещения потребительского спроса на промышленные товары, которые заказываются в интернет-магазинах и требуют физического производства и доставки.

По данным Союза операторов железнодорожного транспорта рост перевозок грузов в контейнерах продолжился — если за 12 месяцев 2022 года их доля в общей погрузке составляла 3,6%, то по итогам 12 месяцев 2023 года она составила 4,1% (+0,5 п.п.). При этом общие перевозки контейнеров на сети железных дорог в 2023 году достигли 7,4 млн

Таблица 1
Характеристики подвижного состава

Параметр	Полувагон 12-6995	Полувагон 12-6877 (сочлененного типа)	Платформа 13-6726	Платформа 13-6704
Масса тары, тонн	29,5	32,5	21,9	45
Грузоподъемность	70	117	72	75
Длина по осям сцепления автосцепок, м	23,8	16,88	25,47	26,36

ДФЭ (двадцатифутовый эквивалент) [13], а общий уровень контейнеризации в 2023 году на сети ОАО «РЖД» составил 6%; прогнозируемый в 2024 году – 6,6% [14].

Поэтому, для обеспечения роста перевозок и улучшения конкурентной среды с автомобильным и морским транспортом, железные дороги должны рассматривать контейнерные перевозки как перспективное направление для наращивания объемов перевозимого груза и развивать соответствующую инфраструктуру.

Таким образом, международные транзитные транспортные коридоры в перспективе должны быть ориентированы на универсальные контейнеры, используемые также на морском и автомобильном транспорте, что также обеспечит развитие мультимодальных или интермодальных грузовых перевозок. Для организации продвижения контейнерных поездов по транспортным коридорам железных дорог необходимо обеспечивать оснащение станций парками или отдельными путями увеличенной длины, позволяющими выполнять операции по приему, отправлению, формированию длинносоставных контейнерных поездов.

На рис. 6 представлен полигон Б-М с тремя параллельными ходами Б-А-Г-И-М, Б-Д-И-М и Б-В-З-Л-М и принятыми затратами на движение по участкам.

В табл. 2 представлены принятые при расчетах вагонопотоки, на основе которых был рассчитан план формирования одногруппных сквозных и участковых поездов на полигоне.

Расчет плана формирования выполнен в соответствии с расчетными вагонопотоками N_i по формуле (1).

Затраты на переработку вагона на станции приняты одинаковыми для всех станций ($E_{\text{тех.ст.}}^{6/н} = 20$ руб./ваг., $E_{\text{тех.ст.}}^{c/н} = 100$ руб./ваг.); затраты на накопление вагонов $E_{\text{нак}}$ определялись в соответствии с формулами (2) и (3). Стоимости на продвижение вагонов $E_{\text{движ}}$ приняты постоянными. Число вагонов в составе формируемого поезда на участке – 50 вагонов ($m_{\phi} = m_p = m_i = 50$). Первоначально принимается, что все станции участка накапливают поезда на все станции полигона, таким образом имея число накоплений $k = 10$, и рассчитывается параметр накопления C и стоимость накопления $E_{\text{нак}}$.

В результате расчета план формирования имеет стоимость 18012,88 тыс. руб. Наряду с этим вагонопотоки тяготеют к наиболее «дешевым» по затратам участкам.

Рассмотрим полигон на пропуск дополнительного (к расчетным мощностям табл. 2) транзитного вагонопотока мощностью 1740 ваг. из Б в М. Изучены два варианта:

- по схеме 1 с распределением транзитного вагонопотока по всем «коридорам» полигона равномерно

в соответствии со свободными мощностями участков (рис. 7,а);

- по схеме 2 с перераспределением транзитного вагонопотока по наиболее «дешевым» участкам Б-Д-И-М (рис. 7,б), вследствие чего существующие вагонопотоки перераспределяются на параллельные линии.

Стоимости планов формирования по схеме 1 и схеме 2 соответственно 25 891,558 тыс. руб. и 25 612,445 тыс. руб. При сравнении схемы 2 и схемы 1 происходит увеличение суммарной переработки вагонов по техническим станциям полигона на 100 вагонов по схеме 2 при уменьшении суммарных эксплуатационных затрат на 279 113 руб., или 1,08%.

Стоит отметить, что выделение транзитного вагонопотока на обособленное формирование (параметр накопления $k = 1$ и соответственно меньший простой под накоплением) и обособленную «пару» в пределах линии Б-Д-И-М (существующие вагонопотоки не перераспределяются) обеспечивает стоимость плана формирования 24209,828 тыс. руб., или 5,47% экономии в сравнении с вариантом по схеме 2.

Таким образом, наиболее выгодным вариантом пропуска транзитного вагонопотока является выделение его на обособленную линию.

При достаточной пропускной и провозной способности полигона целесообразно большой транзитный вагонопоток выделить на одну из существующих линий, а прочие вагонопотоки (которые не должны

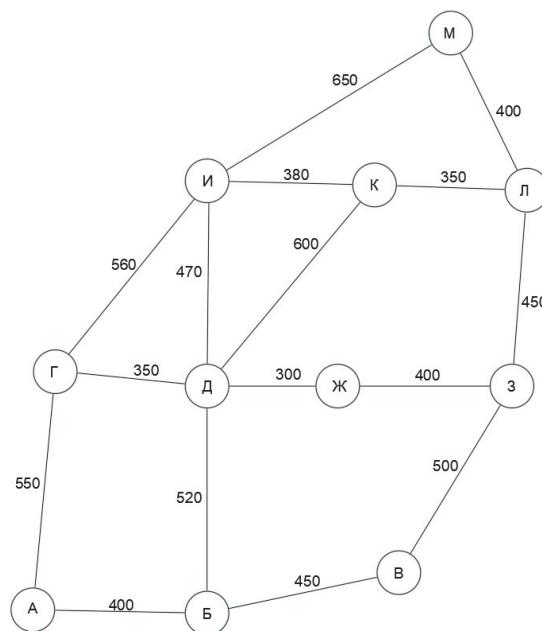


Рис. 6. Схема полигона с величиной $E_{\text{движ}}$ на участках

уменьшаться по условию) – на параллельные ходы. Необходимо проводить технико-экономическое сравнение для выбора лучшей из линий с учетом необходимых для увеличения их «проходимости» мероприятий.

При недостаточной пропускной и провозной способности для освоения транзитного вагонопотока и необходимом строительстве новой линии (или пары главных путей), целесообразно ориентировать ее на

транзитный вагонопоток. Используемый подвижной состав, такой как платформы с контейнерами, имеет иной характер движения. Прямая аналогия – это инфраструктура для пассажирского и грузового движения. Поэтому на транспортных коридорах вагонопоток, включающий преимущественно один вид подвижного состава, рационально выделять на отдельные линии со своими характеристиками плана и профиля пути перегонов, длины станционных путей.

Таблица 2

Расчетные вагонопотоки

	А	Б	В	Г	Д	Ж	З	И	К	Л	М
А	–	100	70	80	80	260	190	220	40	50	160
Б	180	–	290	280	260	90	130	60	300	190	170
В	300	190	–	290	200	190	60	100	70	290	50
Г	220	210	260	–	110	100	130	50	210	120	50
Д	160	180	30	280	–	240	180	30	270	40	290
Ж	180	260	170	250	220	–	210	160	150	70	180
З	190	30	130	180	220	60	–	190	100	70	190
И	70	80	240	80	210	70	50	–	290	250	180
К	120	270	260	190	100	180	200	110	–	30	120
Л	200	70	170	210	30	270	200	200	230	–	170
М	60	120	100	110	80	70	130	260	170	210	–

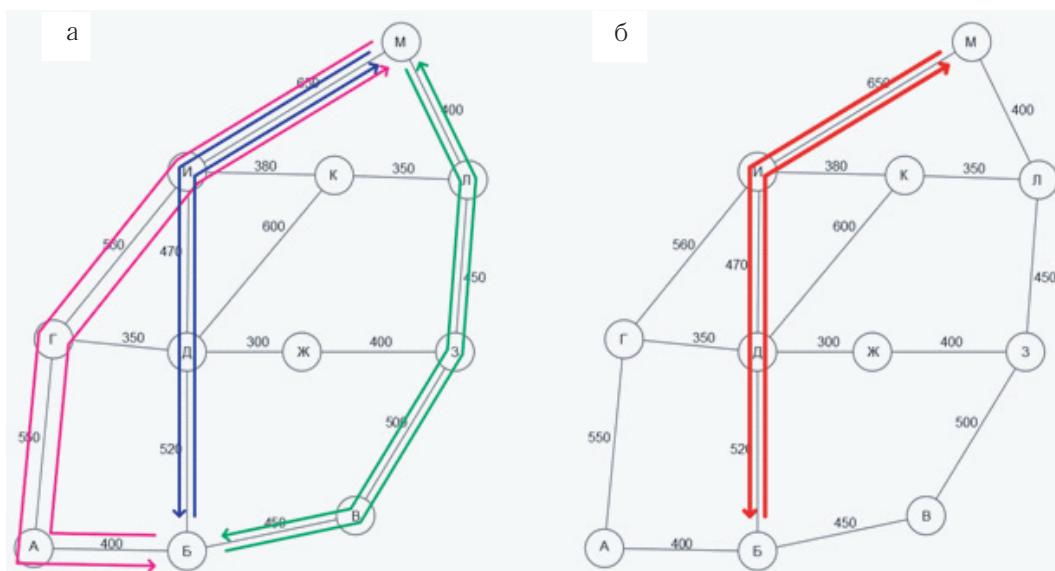


Рис. 7. а – схема 1 с распределением вагонопотока по всем линиям полигона;
б – схема 2 с выделением транзитного коридора на наиболее «дешевой» линии

Заключение

С увеличением транзитного вагонопотока требуется изменение «архитектуры» железнодорожных сетей ввиду изменения роли участков и технических станций, находящихся на международном транспортном коридоре и параллельных линиях.

1. Наибольшая доля в обороте вагона без учета погрузочно-выгрузочных операций приходится на простой вагонов на технических станциях. Он составляет более 60 % от общего времени нахождения вагона без учета простоя на начальных и конечных грузовых станциях. При этом в последние годы наблюдается повышение времени нахождения вагонов в движении, что можно связывать с увеличением «окружных» маршрутов движения грузовых поездов.

2. Международные транзитные транспортные коридоры должны быть ориентированы на универсальные контейнеры, которые используются на морском и автомобильном транспорте.

3. Для организации перевозок на транспортном коридоре необходимо организовывать парки с путями повышенной длины для формирования длинносоставных контейнерных поездов.

4. Транзитный участок полигона, формирующего транспортный коридор, рекомендуется создавать на выделенной линии. Рассмотренный план формирования одногруппных поездов показал снижение эксплуатационных расходов на 1,08 %, а при накоплении транзитного вагонопотока раздельно и пропуске поездов на выделенных путях — на 5,47 %. Это подтверждает целесообразность выделения обособленных линий для транспортных коридоров, где применяется преимущественно один вид подвижного состава. 

Литература

1. Иванов-Толмачев, И. А. Перспективы железных дорог России в условиях развития пассажирского движения и грузовых транспортных коридоров / И. А. Иванов-Толмачев, Е. В. Щербинина, К. С. Яникеев. - Текст : непосредственный // Академик Владимир Николаевич Образцов – основоположник транспортной науки : труды международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию университета, Москва, 22 октября 2021 года. - Москва : Российский университет транспорта, 2021. - С. 161-164. - DOI 10.47581/2022/Obrazcov.22. - EDN: KJDTCH.
2. Егоров, В. Г. Северный морской путь: российская дорога в будущее / В. Г. Егоров, Н. В. Лопаткина. - Текст : непосредственный // Инновации и инвестиции. - 2019. - № 5. - С. 236-246. - EDN: IAGBZA.
3. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 года № 2101-р. - Москва, 2018. - 63 с. - Текст : непосредственный.
4. Иванов-Толмачев, И. А. Анализ сортировочных станций на международном транспортном коридоре «Запад–Восток», применение сортировочно-группировочных устройств / И. А. Иванов-Толмачев, Е. В. Щербинина, К. С. Яникеев. - Текст : непосредственный // Кочневские чтения - 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог : труды II-й Международной научно-практической конференции, Москва, 19-20 апреля 2023 года. - Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2023. - С. 123-128. - EDN: BSMWIE.
5. Бородин, А. Ф. Обеспечение непрерывности перевозок и преемственности в процессах планирования и оперативного управления эксплуатационной работой / А. Ф. Бородин. - Текст : непосредственный // Кочневские чтения - 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог : труды II-й Международной научно-практической конференции, Москва, 19-20 апреля 2023 года. - Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2023. - С. 18-26. - EDN: OVQJNC.
6. Об утверждении Порядка мониторинга обеспечения железнодорожным подвижным составом грузовладельцев и использования железнодорожного подвижного состава участниками перевозочного процесса и Методики оценки эффективности использования железнодорожного подвижного состава : Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 05.05.2012 № 136. - Текст : электронный // Российская газета. - 2012. - № 200 [сайт]. - URL: <https://rg.ru/documents/2012/08/31/jeldoroga-dok.html?ysclid=m6-owq7uhrs500933784> (дата обращения: 03.02.2015).
7. РЖД в цифрах. Показатели деятельности. - Текст : электронный // ОАО «РЖД» : официальный сайт. - URL: <https://company.rzd.ru/ru/9377%20> (дата обращения: 01.05.2024).

8. Методические подходы к организации перевозочного процесса на основе технико-технологических параметров / А. Ф. Бородин, В. В. Панин, Е. С. Максимова, Е. А. Лаханкин. - Текст : непосредственный // Транспорт Урала. - 2023. - № 1(76). - С. 33-36. - DOI 10.20291/1815-9400-2023-1-33-36. - EDN: UPCRGA.
9. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». - Москва : Техинформ, 2007. - 528 с. - Текст : непосредственный.
10. Бородин, А. Ф. Организация вагонопотоков : учебное пособие по дисциплине «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок» для студентов специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» / А. Ф. Бородин, А. П. Батурина, В. В. Панин ; Московский гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ), Каф. «Упр. эксплуатационной работой». - Москва : МИИТ, 2008. - 192 с. - Текст : непосредственный.
11. Реконфигурация географии торговли и цепочек поставок: последствия для торговли, глобальных цепочек создания стоимости и морского транспорта / Совет по торговле и развитию. Комиссия по торговле и развитию. Тринадцатая сессия. - Текст : электронный // Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию. - Женева : 21-25 ноября 2022 года. - URL: https://unctad.org/system/files/official-document/cid54_ru.pdf (дата обращения: 31.05.2024).
12. В поисках баланса. Как развиваются контейнерные перевозки в России и мире. - Текст : электронный // СберПро Медиа [сайт] - 2024. - URL: <https://sber.pro/publication/v-poiskah-balansa-kak-razvivayutsya-konteynerne-perevozki-v-rossii-i-mire/?ysclid=lw4wu1tvwk264894142> (дата обращения: 02.05.2024).
13. ОАО «РЖД» подвело итоги деятельности за 2023 год. - Текст : электронный // ОАО «РЖД» : официальный сайт. - 2024. - URL: <https://company.rzd.ru/ru/9397/page/104069?id=291687&ysclid=lvpanxrci324840303> (дата обращения: 02.04.2024).
14. Рост контейнеризации не остановить. - Текст : электронный // РЖДПартнер.ру [сайт]. - 2024. - URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/rost-konteynerizatsii-ne-ostanovit/> (дата обращения: 02.04.2024).