

УДК 625.033.34

Оценка предложений по формированию сети альтернативных маршрутов следования коридора «Север — Юг»

Е. В. Рязанова, С. М. Наурузбаев, А. О. Куделина

Ростовский государственный университет путей сообщения, Россия, 344038, Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2

Для цитирования: Рязанова Е. В., Наурузбаев С. М., Куделина А. О. Оценка предложений по формированию сети альтернативных маршрутов следования коридора «Север — Юг» // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения им. Александра I. СПб.: ПГУПС. 2024. Т. 21, вып. 3. С. 638–651. DOI: 10.20295/1815-588X-2024-03-638-651

Аннотация

Цель: разработать предложения по освоению ожидаемого роста объемов перевозок по транспортному коридору «Север — Юг». Провести оценку пропускной способности участка Верхний Баскунчак — Астрахань — порт Оля как самого грузонапряженного, на котором происходит слияние грузопотока с нескольких направлений. Показать необходимость разгрузки основного направления коридора «Север — Юг» и формирования сети альтернативных маршрутов следования в транспортном коридоре для обеспечения гарантии перевозок на случай форс-мажорных обстоятельств. Рассмотреть возможность привлечения параллельных маршрутов следования через Северо-Кавказскую железную дорогу (СКЖД). **Методы:** расчет пропускной способности проведен с использованием методики, применяемой в ОАО «РЖД», и авторских предложений, учитывающих дополнительные резервы пропускной способности. Использованы общелогические методы — количественный и качественный анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогии, классификации, сочетание исторического и логического анализа. Предложенный универсальный алгоритм, позволяющий оценивать возможность выбора параллельных ходов, может быть рекомендован к практическому использованию. **Результаты:** установлено максимальное количество поездов, которое можно перенаправить на параллельные маршруты с учетом имеющихся пропускных способностей и их загруженности экспортным грузопотоком в направлении портов Азово-Черноморского бассейна. Показана актуальность направления развития тяжеловесного движения, направленного на уменьшение потребной пропускной способности, и сокращение межпоездных интервалов для увеличения наличной пропускной способности. Сформирован универсальный алгоритм, позволяющий оценивать возможность выбора параллельных ходов. **Практическая значимость:** показана необходимость освоения ожидаемого грузопотока и недопущения его ухода на конкурирующие направления, например через Суэцкий канал. В сложившихся политических и экономических условиях международный транспортный коридор (МТК) «Север — Юг» изменяет свой статус: из альтернативы Суэцкому каналу превращается в один из приоритетных маршрутов следования российского экспортного грузопотока.

Ключевые слова: транспортный коридор, грузопоток, участок, пропускная способность, мероприятие, параллельный маршрут следования, алгоритм

Введение

Актуальность темы подтверждается наблюдаемым увеличением объемов грузопотоков через составляющие элементы инфраструктуры МТК «Север — Юг», переориентацией экономических связей России и необходимостью изменения технологии

работы ключевых транспортных узлов на этом направлении для выполнения новых функций.

Значимость темы исследования заключается в освоении ожидаемого грузопотока и недопущении его ухода на конкурирующие направления, например через Суэцкий канал [1–3].

Раньше в связи со второстепенностью роли данного маршрута постоянно откладывалось развитие транспортной инфраструктуры коридора, связывающего север страны с югом по маршруту Санкт-Петербург — Москва — Рязань — Мичуринск — Ртищево — Саратов — Волгоград / Урбах — Верхний Баскунчак — Астрахань, разветвляющегося в южной части на три направления, самое короткое из которых Транскаспийское с использованием российских морских портов Астрахань и Оля. Сегодня эта задача актуализирована для улучшения связи со странами Персидского залива и Южной Азии и обеспечения перевозок прогнозируемых объемов грузов, оценка которых проводилась в [4], помимо тех, которые уже перевозятся на данном направлении. Поскольку развитие железнодорожной инфраструктуры является длительным процессом, для освоения ожидаемого роста грузопотока сегодня особый интерес представляют технологические решения, к которым относятся организация тяжеловесного движения поездов и сокращение межпоездного интервала.

При этом в случае форс-мажорных обстоятельств для обеспечения гарантии пропуска грузопотоков в этом направлении необходимо наличие альтернативных параллельных железнодорожных маршрутов следования, в качестве которых предлагается использовать маршрут, проходящий через СКЖД

и выходящий к портам Каспийского моря и западному ответвлению коридора «Север — Юг». Учитывая загруженность отдельных участков СКЖД, развитие тяжеловесного движения и сокращение интервала между поездами на этом направлении также является актуальным направлением.

Это обеспечит эффективное использование железнодорожной инфраструктуры и сокращение транспортных расходов [5–7]. В связи с этим продукция российского производства станет конкурентоспособной, что позволит повысить доходы государства.

Основная часть

Приволжская железная дорога играет ключевую роль в обеспечении перевозок экспортно-импортных грузов в южной части коридора. На ее территории располагаются два крупных порта — Оля и Астрахань, которые входят в Транскаспийское направление и обеспечивают перевозки морским транспортом со странами Южной Азии. Именно на этом направлении происходит слияние маршрутов по станции Верхний Баскунчак. В связи с этим участок от Верхнего Баскунчака до Астрахани-II является самым загруженным. Безусловно, выбор того или иного мероприятия по повышению пропускной способности зависит от предстоящего объема перевозок и достигаемых технико-экономических показателей [8]. Если учесть прогнозируемый рост грузопотоков в соответствии с [9] до 27,9 млн т в год, загруженность железнодорожной линии увеличится [10]. Методические подходы оценки потенциала грузопотоков транспортного коридора являются приоритетными в исследованиях [11–13].

В связи с этим необходимо оценить пропускную способность участка Верхний Баскунчак — порт Оля.

В работе [4] была исследована пропускная способность, установлено, что ее будет не хватать, и были рассмотрены предложения по ее увеличению.

Расчет наличной пропускной способности выполнялся по существующей методике, утвержденной приказом Минтранса России от 18.07.2018 № 266, по формуле (1) для двухпутного участка и по формуле (2) для однопутного:

$$N_{\text{н}}^{\text{чет}} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \cdot \alpha_{\text{н}}}{I}, \text{ поездов/сут.}, \quad (1)$$

где $t_{\text{тех}}$ — продолжительность времени, необходимая для выполнения работ по содержанию технических устройств, ($t_{\text{тех}} = 75$ мин.);

$\alpha_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий отказы в работе технических средств, ($\alpha_{\text{н}} = 0,9-0,96$);

I — расчетный интервал времени между поездами попутного направления ($I = 8$ мин.).

$$N_{\text{н}}^{\text{чет}} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \cdot \alpha_{\text{н}}}{T_{\text{пер}}}, \text{ поездов/сут.}, \quad (2)$$

где $T_{\text{пер}}$ — период графика движения поездов на ограничивающем перегоне, мин.

Участки Верхний Баскунчак — Аксарайская и Аксарайская — Астрахань-II двухпутные, участок Астрахань-II — Яндыки однопутный с двухпутными вставками и участок Яндыки — Порт Оля однопутный с одним перегонем.

Для участка Астрахань-II — Яндыки ограничивающим перегонем является Трусово-Ильменный со временем хода 17 мин., а время хода на единственном перегоне на участке Яндыки — Порт Оля — 60 мин. (рис. 1). Период графика для этих участков рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{пер}} = t'_x + t''_x + \sum \tau_{\text{ст}} + \sum \tau_{\text{р.з.}}, \text{ мин.}, \quad (3)$$

где t'_x, t''_x — время движения между отдельными пунктами четных и нечетных поездов, мин.;

$\tau_{\text{ст}}$ — станционные интервалы времени, мин.;

$\sum \tau_{\text{р.з.}}$ — суммарное время движения пары поездов по ограничивающему перегону с учетом их разгонов и замедлений, мин.

Расчет потребной пропускной способности участков с учетом существующего пассажирского и пригородного движения производился по формуле:

$$N_{\text{потр}} = [N_{\text{гр}} + N_{\text{пс}} + N_{\text{сб}}(\epsilon_{\text{сб}} - 1)] \cdot \beta_{\text{рез}}, \quad (4)$$

поездов/сут.,

где $N_{\text{гр}}, N_{\text{пс}}, N_{\text{сб}}$ — число грузовых, пассажирских и сборных поездов;

$\beta_{\text{рез}}$ — резерв пропускной способности участка, ($\beta_{\text{рез}} = 1,1-1,15$).

Средний коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими согласно [14] выполняется по формуле:

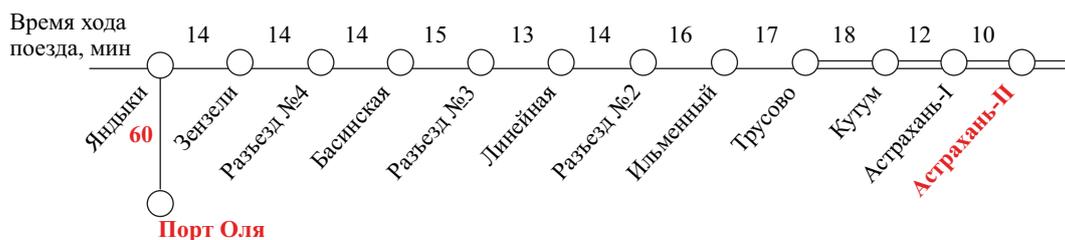


Рис. 1. Схема участка Астрахань-II — порт Оля

$$\varepsilon_{\text{пс}} = \frac{t_{\text{гр}}(1-\Delta) \cdot (0,8 - 0,005 \cdot n_{\text{пасс}})}{I} + 1,3, \quad (5)$$

где $t_{\text{гр}}$ — время движения грузового поезда по ограничивающему перегону ($t_{\text{гр}} = 70$ мин.);

Δ — соотношение суммарного времени хода пассажирских поездов к суммарному времени хода грузовых поездов ($\Delta = 0,62$);

$n_{\text{пасс}}$ — общее количество пассажирских поездов на участке ($n_{\text{пасс}} = 0,62$).

Если учесть, что для направлений, на которых ведутся работы по развитию инфраструктуры, сегодня согласовывается новая методика расчета пропускной способности, согласно которой предусматривается учет коэффициента надежности транспортного обслуживания и определение суточной продолжительности времени, необходимого для выполнения работ по строительству новых объектов, дефицит пропускной способности еще больше увеличится. В формуле (6) в $t_{\text{тех}}$, кроме продолжительности времени, необходимого для выполнения работ по содержанию технических устройств, учитывается время на плановые виды ремонта устройств и строительство новых объектов, а коэффициент $\alpha_{\text{ТО}}$, кроме коэффициента надежности $\alpha_{\text{н}}$, учитывает $\alpha_{\text{ТН}}$ — коэффициент технологических нарушений:

$$N_{\text{нал}} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \cdot \alpha_{\text{ТО}}}{T_{\text{пер}}}. \quad (6)$$

Для однопутного участка $t_{\text{тех}}$ составит:

$$t_{\text{тех}} = 75 + t_{\text{стр}}, \text{ мин.}$$

Для двухпутного участка:

$$t_{\text{тех}} = 150 + t_{\text{стр}}, \text{ мин.},$$

где $t_{\text{стр}}$ — потребное время в среднем в сутки в годовом разрезе, необходимое для строительства новых или реконструкции существующих объектов, мин.

Расчет максимального количества грузовых поездов, которое можно пропустить на участках при существующих размерах пассажирского движения и местных поездов, производился по формуле:

$$N_{\text{гр}} = \frac{N_{\text{нал}}}{\beta_{\text{рез}}} - (N_{\text{пс}} \cdot \varepsilon_{\text{пс}} - N_{\text{сб}} \cdot (\varepsilon_{\text{сб}} - 1)), \quad (7)$$

поездов,

где $N_{\text{нал}}$ — наличная пропускная способность; $\beta_{\text{рез}}$, $N_{\text{сб}}$ принимаем как в формуле (4); $N_{\text{пс}}$ — число пассажирских поездов ($N_{\text{пс}} = 12$).

Расчет пропускной способности основного участка Приволжской железной дороги Верхний Баскунчак — Порт Оля при существующей технологии и прогнозируемом объеме грузопотока выполнялся по формулам (1)–(5), результаты расчета сведены в табл. 1.

Согласно полученным результатам, резервов пропускной способности не хватает. В связи с этим необходимы меры по освоению прогнозируемого грузопотока.

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчета пропускной способности по участкам

Участки	Верхний Баскунчак — Аксарайская	Аксарайская — Астрахань-II	Астрахань-II — Яндыки	Яндыки — Порт Оля
$T_{\text{пер}}$, мин.	—	—	40	126
$N_{\text{н}}^{\text{ч.п.}}$, поездов/сут.	154	154	32	11
$\varepsilon_{\text{пс}}$	3,61	3,08	—	—
$N_{\text{потр}}$, поездов/сут.	174	134	28	28

В качестве мероприятий по повышению пропускной способности исследуемого участка рассматриваются:

- сокращение межпоездных интервалов за счет оборудования поездов локомотивной сигнализацией с подвижными блок-участками (АЛСО), что позволяет увеличить наличную пропускную способность [15];
- внедрение частично-пакетного графика, позволяющее снизить коэффициент сѐма.

В результате внедрения этих мероприятия на участке Верхний Баскунчак — Аксарайская по-прежнему будет наблюдаться дефицит пропускной способности. Поэтому дополнительно рассматривается организация тяжеловесного движения поездов [16, 17]. Результаты оценки пропускной способности участков после внедрения предлагаемых мероприятий представлены на рис. 2.

Согласно полученным результатам, для участков Верхний Баскунчак — Аксарайская и Аксарайская — Астрахань-II мера по развитию тяжеловесного движения является достаточной для освоения всего прогнозируемого грузопотока на данном направлении. Однако на участке Яндыки — Порт Оля данное мероприятие не позволяет освоить весь объем ожидаемого грузопотока. Для однопутного перегона Яндыки — Порт Оля требуется развитие инфраструктуры в виде укладки разьезда для сокращения периода графика.

Еще одним организационным мероприятием может стать перераспределение вагонпотоков по альтернативным маршрутам следования, одним из которых является маршрут через СКЖД. Необходимость развития альтернативных маршрутов в транспортном коридоре подтверждает ситуация, возникшая летом 2022 и 2023 годов на Суэцком канале, который является основным

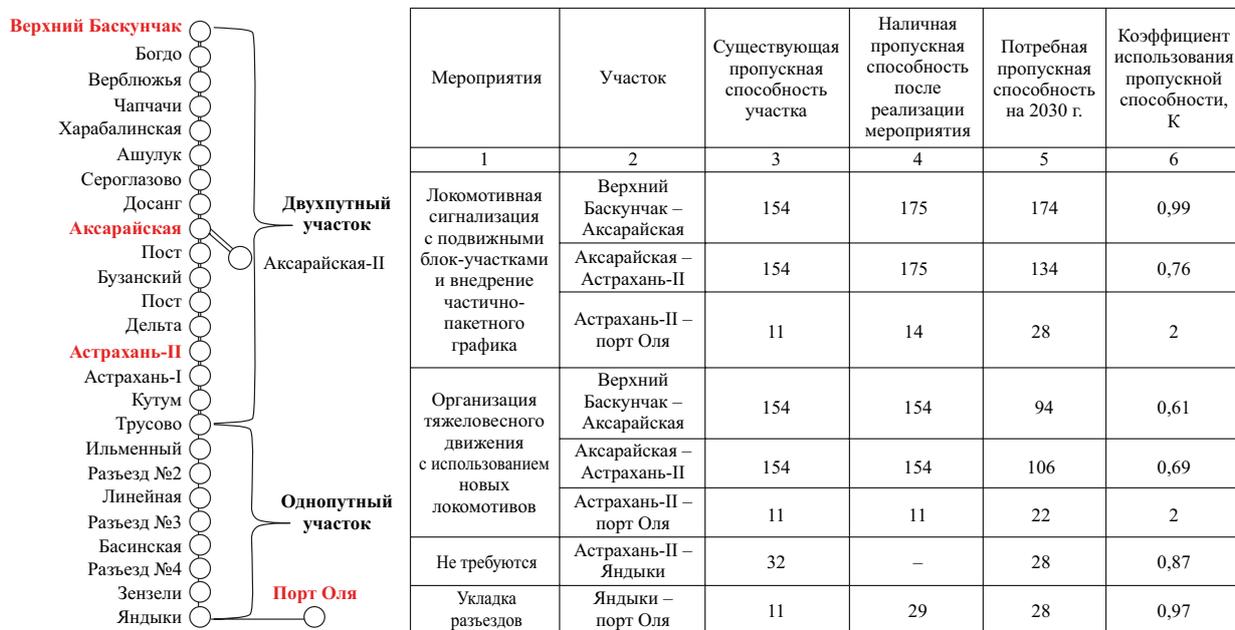


Рис. 2. Оценка повышения пропускной способности в зависимости от реализованного мероприятия

инфраструктурным элементом транспортного коридора, конкурирующего с рассматриваемым в работе коридором «Север — Юг». Канал был длительное время закрыт по причине обмеления, в связи с чем были задержаны суда и грузовладельцы понесли значительные потери.

Для предотвращения потерь грузовладельцев на направлении «Север — Юг» должен формироваться новый подход к организации следования поездов в одном направлении с привлечением параллельных маршрутов следования.

С этой целью установлено максимальное количество поездов, которое можно перенаправить на параллельные маршруты с учетом имеющихся пропускных способностей и их загруженности экспортным грузопотоком в направлении портов Азово-Черноморского бассейна.

При разработке предложений в исследовании учтены особенности организации движения поездов в российских условиях. В отличие от зарубежного опыта, где характерной особенностью тяжеловесного движения является специализация отдельных линий железных дорог, тяжеловесное движение в России совмещается с движением пассажирских поездов, а также организуется на маршрутах со значительной протяженностью и разнообразием климатических условий.

При рассмотрении технологии виртуальной автосцепки (ВСЦ), мероприятий по сокращению межпоездных интервалов, в отличие от зарубежного опыта, где эта технология рассматривается для пассажирского движения, в России технология рассматривается на участках с грузовым движением.

Основное направление через СКЖД, которое будет наиболее перспективно для грузового движения, входящее в коридор

«Север — Юг», — это Котельниково — Тихорецкая и Тихорецкая — Самур. Но при этом, если учитывать расстояния по основному маршруту следования, длина которого составляет 3011 км, при альтернативном маршруте следования через СКЖД по данному участку расстояние маршрута до Самура составит 3320 км, что на 309 км больше основного маршрута следования.

Основными участками, входящими в маршрут Котельниково — Тихорецкая, являются Котельниково — Куберле — Сальск — Тихорецкая протяженностью 345 км. В сторону пограничного перехода Самура (Россия) / Ялма (Азербайджан) с Тихорецкой рассмотрим маршрут Тихорецкая — Самур, включающий в себя следующие участки: Тихорецкая — Кавказская — Армавир-Ростовский — Невинномысская — Минеральные Воды — Прохладная — Стодеревская — Гудермес — Хасав-Юрт — Махачкала — Дербент — Самур, протяженностью 879 км. Таким образом, общая протяженность всего маршрута составит 1224 км.

Данный маршрут является преимущественно двухпутным, кроме однопутного участка Прохладная — Стодеревская. Направление не полностью электрифицировано, участок от станции Стодеревской до станции Хасав-Юрт не электрифицирован, участки от Тихорецкой до Стодеревской, Хасав-Юрт — Дербент электрифицированы переменным током 25 000 В, участок Дербент — Самур электрифицирован постоянным током 3000 В. На электрифицированных участках обращаются локомотивы серий ВЛ80С, К, Т, 1,5ВЛ80С, на неэлектрифицированных — тепловозы серий 2ТЭ10в/и, 2ТЭ116в/и, на участке Дербент — Самур — локомотивы серии 2ЭС4К, весовые нормы на данных участках — от 3500 до 4500 т.

Расчет ведется по стандартным методическим указаниям, в соответствии с которыми интервал между поездами на двухпутном участке принят равным $I = 8$ мин., а для расчета периода графика на однопутном участке Прохладная — Стодеревская установлен ограничивающий перегон Черноярская — Луковская с временем хода 17 мин., который определил размер периода графика, равный 39 мин. При этом для однопутного участка в условиях недостаточной надежности путевого хозяйства, приводящей к невыполнению перегонных времен хода, для обеспечения достаточного резерва пропускной способности предлагается организовать частично-пакетный график пропуска поездов.

На основании полученных значений пропускной способности по формуле (7) устанавливается максимальное количество грузовых поездов, которое можно пропустить на участках при существующих размерах пассажирского движения и местных поездов. На основании этого устанавливается резерв пропускной способности, который можно использовать для пропуска допол-

нительных поездов, следующих в рамках коридора «Север — Юг».

Расчет наличной пропускной способности участков рассматриваемого направления, коэффициентов съема пропускной способности поездами различных категорий, максимального количества грузовых поездов, которое можно пропустить по участку, и резерва пропускной способности выполнялся по формулам (1)–(5), (7) и представлен в табл. 2.

Согласно полученным результатам, при существующих объемах работы количество поездов, следующих по маршруту коридора «Север — Юг», которое можно пустить по альтернативному маршруту следования через СКЖД с учетом ограничивающего однопутного участка, составляет 10 единиц.

Еще одним альтернативным маршрутом следования грузов по коридору «Север — Юг» на перспективу может стать маршрут через порт Усть-Донецк, обслуживаемый СКЖД. Данный маршрут позволяет организовать мультимодальные перевозки с привлечением железнодорожного транспорта от

ТАБЛИЦА 2. Результаты расчета пропускной способности участков Котельниково — Тихорецкая, Тихорецкая — Самур и резерва пропускной способности

Участок	Котельниково — Тихорецкая (двухпутный)	Прохладная — Стодеревская (однопутный) на Тихорецкая — Самур
Наличная пропускная способность, поезда/сут.	154	35
Потребная пропускная способность грузовых поездов	94	25
Размеры грузового движения, поезда	57	16
Размеры пассажирского движения, поезда	12	3
Размеры движения местных поездов, поезда	1	1
Коэффициент съема пассажирскими поездами	1,68	1,8
Коэффициент съема сборными поездами	5	1,14
Максимальное количество грузовых поездов, поезда	117	26
Резерв пропускной способности	60	10

пункта погрузки до стыка СКЖД Сохрановка и далее до порта Усть-Донецк, где осуществляется перевалка на суда «река — море» и дальнейшее следование груза по Волго-Донскому каналу с выходом в Каспийское море. Привлекательность данного маршрута обеспечивается сокращением расстояния следования грузов. Расстояние следования по основному маршруту коридора «Север — Юг» от Санкт-Петербурга до порта Астрахань составляет 3339,5 км. Суммарное расстояние следования по предлагаемому маршруту, включающему железнодорожные перевозки от станции Бусловской Октябрьской железной дороги (ОЖД) до Усть-Донецкой СКЖД, а затем речные перевозки по Волго-Донскому каналу до Астрахани, составляет 2909 км, что намного меньше основного маршрута.

Особенностью данного маршрута является то, что железнодорожный участок от Сохрановки до Лесостепи, откуда происходит ответвление на порт Усть-Донецк, является самым напряженным на СКЖД в связи с пропуском значительного количества пассажирских поездов, и резерв его пропускной

способности полностью исчерпан. Однако от станции Сохрановка до станции Лихая уже внедрили систему интервального регулирования движения поездов АЛСО, позволившую сократить интервал следования поездов до 6 мин.

Исходя из того, что ожидаемый эффект повышения пропускной способности возникнет только в случае оборудования всего участка системой АЛСО, предположим, что на всем участке от Сохрановки до Лесостепи будет обеспечена наличная пропускная способность в размере 211 пар поездов. С учетом этого оценивается наличие резерва пропускной способности на двухпутном участке.

Участок Лесостепь — Усть-Донецкая является однопутным с ограничивающим перегоном Кадамовка — Усть-Донецкая, период графика на котором составляет 138 мин. В связи с этим резерв пропускной способности участка незначительный. Результаты расчета пропускной способности и ее резерва для пропуска дополнительных поездов представлены в табл. 3.

Согласно полученным результатам, максимальное количество грузовых поездов,

ТАБЛИЦА 3. Результаты расчета пропускной способности участков Сохрановка — Лесостепь, Лесостепь — Усть-Донецк и резерва пропускной способности

Участок	Сохрановка — Лесостепь (двухпутный)	Лесостепь — Усть- Донецк (однопутный)
Наличная пропускная способность, поезда/сут.	211	10
Потребная пропускная способность грузовых поездов	207	7
Размеры грузового движения, поезда	66	1
Размеры пассажирского движения, поезда	72	1
Размеры движения местных поездов, поезда	0	0
Коэффициент съема пассажирскими поездами	1,57	4,6
Коэффициент съема сборными поездами	0	0
Максимальное количество грузовых поездов, поезда	70	4
Резерв пропускной способности	4	3

которое можно перенаправить с основного маршрута следования коридора «Север — Юг» на альтернативный при условии оборудования всего участка системой АЛСО и сохранения существующих размеров движения составит три поезда.

В результате расчетов пропускной способности основного направления и альтернативного ответвления на СКЖД можно утверждать, что при загрузке основного маршрута СКЖД может принять на себя лишь небольшую часть поездов с Приволжской доро-

ги — 10 поездов на направление Котельниково — Самур и три поезда по участку Сохрановка — Усть-Донецкая. В случае привлечения 10 поездов на альтернативные маршруты СКЖД на основном ходе коридора «Север — Юг» сокращается требуемое количество поездов. В этом случае достаточно для внедрения одного мероприятия по повышению пропускной способности на направлении Верхний Баскунчак — Астрахань. В связи с чем затраты на развитие коридора можно сократить.

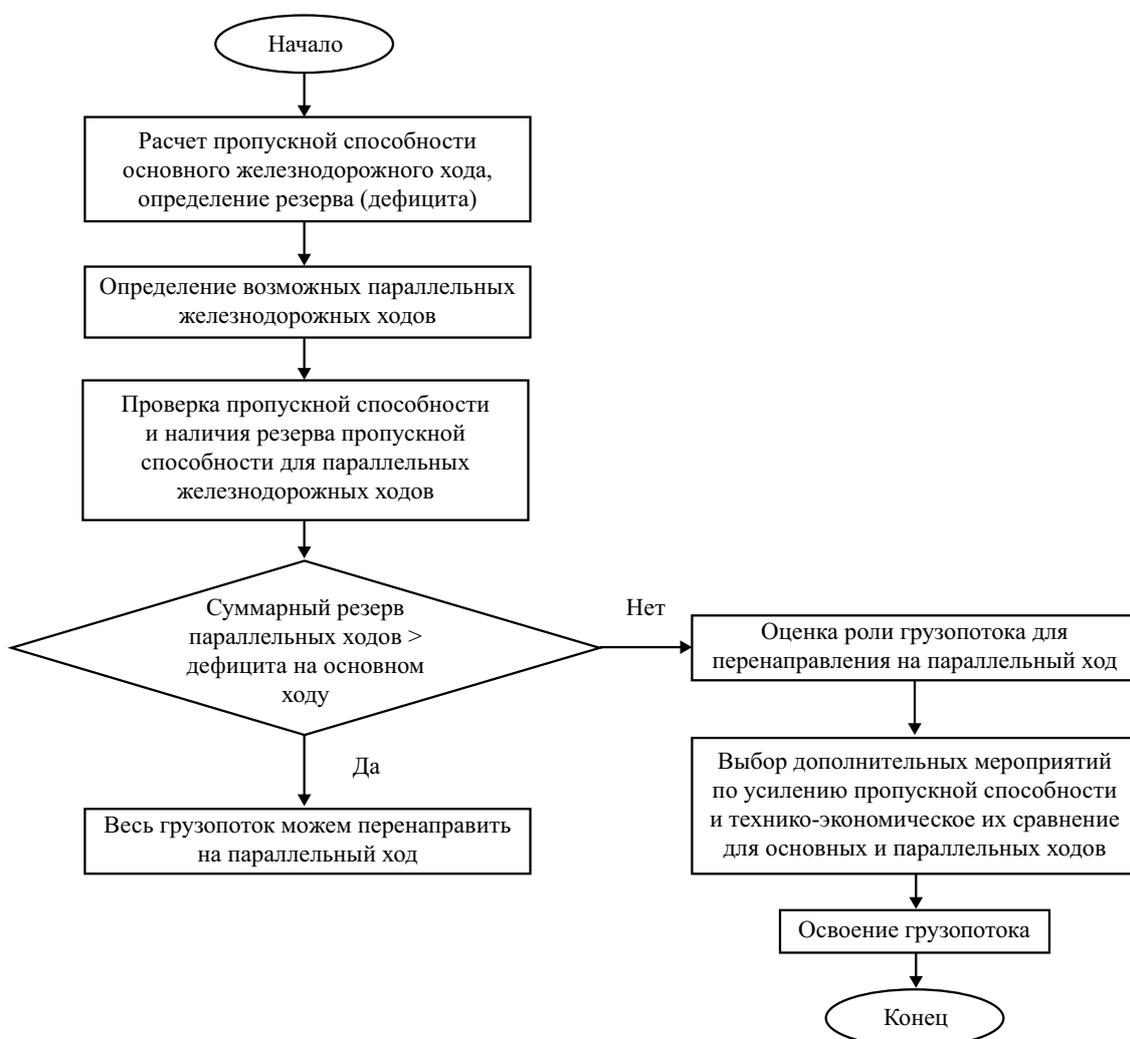


Рис. 3. Фрагмент алгоритма оценки возможности перераспределения грузопотоков на параллельные ходы в системе МТК с учетом пропускной способности направлений

На основании выполненного исследования сформирован универсальный алгоритм, позволяющий оценивать возможность выбора параллельных ходов (рис. 3).

Заключение

В результате оценки пропускной способности основного направления коридора «Север — Юг» и альтернативного ответвления на СКЖД можно утверждать, что при загрузке основного маршрута коридора «Север — Юг» СКЖД по грузовому ходу Котельниково — Тихорецкая и далее по участку Тихорецкая — Самур может принять на себя лишь небольшую часть грузопотока с Приволжской дороги — семь поездов. По пассажирскому ходу в направлении порта Усть-Донецк ввиду большой загрузки при существующем техническом оснащении не имеется возможностей освоить дополнительный грузопоток с Приволжской дороги. Однако ввиду дальнейшей реализации мероприятий по развитию организации тяжеловесного движения и внедрения системы АЛСО, позволяющей в перспективе уменьшить интервалы между поездами до 4 мин., появится возможность пропускать дополнительные поезда, в том числе в порт Усть-Донецк для организации доставки части грузопотока коридора «Север — Юг» с привлечением внутренних водных путей Волго-Донского канала. В случае привлечения части поездов на СКЖД на основном направлении коридора «Север — Юг» сокращается потребность в пропускной способности. В этом случае необходимость повышения пропускной способности на направлении Верхний Баскунчак — Аксарайская — Астрахань — Порт Оля будет наблюдаться только на однопутном участке Яндыки — Порт Оля.

Для эффективного использования полученных мощностей необходимо оптималь-

ное распределение грузопотока между ними. Для дальнейшей оценки перераспределения грузов по альтернативным маршрутам следования сформулированы основные критерии оптимизации:

1. Сроки доставки ($F_1 \rightarrow \min$), которые включают расчетные значения, рассчитываемые по правилам исчисления сроков доставки грузов.

2. Транспортные затраты ($F_2 \rightarrow \min$), которые включают в себя расчет железнодорожного тарифа, осуществляемый по прейскуранту № 10-01 «Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые Российскими железными дорогами», расчет морского тарифа и тарифа на перевалку для маршрутов с интермодальными перевозками грузов.

3. Надежность доставки, которая определяется насыщенностью полигона продвижения транспортными единицами ($F_3 \rightarrow \min$), влияющая на скорость и время доставки с учетом фактических задержек в пути следования.

4. Сохранность, определяемая минимизацией потерь при перегрузке груза с одного вида транспорта на другой ($F_4 \rightarrow \min$), которые присутствуют при интермодальных перевозках, а при прямых железнодорожных перевозках стремятся к нулю.

С использованием этих критериев планируется решить оптимизационную задачу по пропуску грузопотока с учетом затрат на развитие рассматриваемого направления и расходов на перевозку.

Библиографический список

1. Mathematical modelling of the railway station's technological parameters in transport corridor system of export traffic increasing volumes / E. V. Ryazanova [et al.] // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 431. P. 13. DOI: 10.1051/e3sconf/202343108014.

2. Zhuravleva N., Gulyi I. Economic assessment of the cost of reducing the delivery time for cargo owners when sending goods through the international transport corridor “North — South” // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 460. P. 7. DOI: 10.1051/e3s-conf/202346003014.
3. Kazanskaya L., Chetchuev M. Assessment of development prospects, economic effects and return on investment in the infrastructure of the international transport corridor “North — South” // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 460. P. 7. DOI: 10.1051/e3s-conf/202346003015.
4. Меры по согласованному развитию инфраструктуры на подходах к порту Оля в условиях прогнозируемого роста грузопотоков по транспортному коридору «Север — Юг» / В. Н. Зубков [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2023. № 1. С. 63–75. DOI: 10.46973/0201–727X_2023_1_63.
5. Перспективы исследований транспортно-технологических параметров узловых пунктов концентрации и распределения припортовых вагонопотоков / В. И. Задорожний [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 1 (85). С. 72–81. DOI: 10.46973/0201–727X_2022_1_72.
6. Числов О. Н., Безусов Д. С., Заяц С. Г. Вариант оценки этапности развития припортовых станций на направлениях южнороссийских транспортных коридоров // Труды РГУПС. 2014. № 2. С. 153–163.
7. Числов О. Н., Безусов Д. С. Методы выбора и оценки технико-технологических параметров припортовых грузовых станций // Транспорт: наука, образование, производство: сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Транспорт-2019». Ростов н/Д.: РГУПС, 2019. Т. 1: Технические науки. С. 76–80.
8. Чеботарева Е. А. Анализ мероприятий по повышению пропускной способности участков Северо-Кавказской железной дороги // Транспорт: наука, техника, управление. 2022. № 1. С. 29–34.
9. Международный транспортный коридор «Север — Юг»: создание транспортного каркаса Евразии: доклад 21/5 / Е. Винокуров [и др.]. Алматы; М.: Евразийский банк развития. 2021. С. 124.
10. Зубков В. Н., Рязанова Е. В., Наурузбаев С. М. Совершенствование работы станции Астрахань-II в системе международного транспортного коридора «Север — Юг» в условиях ожидаемого роста грузопотока // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 4. С. 118–127. DOI: 10.46973/0201–727X_2022_4_118.
11. Верескун В. Д., Мамаев Э. А., Сорокин Д. В. Оценка перспектив роста грузооборота международного транспортного коридора «Север — Юг» в современных условиях // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2023. № 3. С. 45–56. DOI: 10.46973/0201–727X_2023_3_45.
12. Мамаев Э. А., Сорокин Д. В., Долгий И. Д. К оценке потенциала развития международного транспортного коридора: теоретические аспекты // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2020. № 4. С. 89–101. DOI: 10.46973/0201–727X_2020_4_89.
13. Мамаев Э. А., Сорокин Д. В. К оценке потенциала развития международного транспортного коридора «Север — Юг» // Известия Транссиба. 2020. № 3 (43). С. 86–96.
14. Левин Д. Ю. Диспетчерские центры и технология управления перевозочным процессом: учебное пособие. М.: Маршрут, 2005. 760 с.
15. Воронин В. А., Воробьев В. В., Есырев С. Н. АЛСО с подвижными блок-участками // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 6. С. 44–45.
16. Мугинштейн Л. А., Шенфельд К. П. Опыт внедрения тяжеловесного движения на железных дорогах // Железнодорожный транспорт. 2016. № 3. С. 35–41.
17. Дмитренко А. В., Ларченко Е. А., Еременко А. А. Эффективные пути повышения

среднего веса грузовых поездов // Вестник сибирского государственного университета путей сообщения. 2021. № 4. С. 69–74. DOI: 10.52170/1815-9265_2021_59_69.

Дата поступления: 25.05.2024

Решение о публикации: 01.08.2024

Контактная информация:

РЯЗАНОВА Екатерина Владимировна — канд. техн. наук, доцент; ekaryazanova@gmail.com

НАУРУЗБАЕВ Сабир Мансурович — аспирант; sabir.nauruzbayev@mail.ru

КУДЕЛИНА Ангелина Олеговна — аспирант;

PoluninaAngelina@mail.ru

Evaluation of proposals for the formation of a network of alternative routes for the “North-South” corridor

E. V. Ryazanova, S. M. Nauruzbaev, A. O. Kudelina

Rostov State Transport University, 2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya sq., Rostov-on-Don, 344038, Russia

For citation: *Ryazanova E. V., Nauruzbaev S. M., Kudelina A. O.* Evaluation of proposals for the formation of a network of alternative routes for the “North-South” corridor // Proceedings of Petersburg Transport University. 2024. Vol. 21, iss. 3. P. 638–651. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2024-03-638-651

Abstract

Purpose: to develop proposals for the development of the expected growth in traffic volumes along the North–South transport corridor. To assess the capacity of the Upper Baskunchak — Astrakhan — Olya port section as the most heavily loaded, where cargo flows from several directions merge. To show the need to unload the main direction of the North-South corridor and form a network of alternative routes in the transport corridor to ensure transportation guarantees in case of force majeure. Consider the possibility of attracting parallel routes through the North Caucasus Railway (SKZHD). **Methods:** the calculation of throughput was carried out using the methodology used in JSC “Russian Railways” and the author’s proposals, taking into account additional reserves of throughput. General logical methods were used — quantitative and qualitative analysis and synthesis, induction and deduction, analogies, classifications, a combination of historical and logical analyses. The proposed universal algorithm, which makes it possible to evaluate the possibility of choosing parallel moves, can be recommended for practical use. **Results:** the maximum number of trains that can be redirected to parallel routes has been established, taking into account the available capacity and their workload with export cargo traffic in the direction of the ports of the Azov-Black Sea basin. The relevance of the direction of development of heavy traffic aimed at reducing the required capacity and reducing inter-train intervals to increase the available capacity is shown. A universal algorithm has been formed that allows evaluating the possibility of choosing parallel moves. **Practical significance:** the necessity of mastering the expected cargo flow and preventing its departure to competing destinations, for example, through the Suez Canal, is shown. In the current political and economic conditions, the North — South International Transport Corridor (ITC) is changing its status: from an alternative to the Suez Canal, it is becoming one of the priority routes for Russian export cargo traffic.

Keywords: transport corridor, cargo flow, section, capacity, event, parallel route, algorithm

References

1. Mathematical modelling of the railway station's technological parameters in transport corridor system of export traffic increasing volumes / E. V. Ryazanova [et al.] // *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 431. P. 13. DOI: 10.1051/e3sconf/202343108014.
2. Zhuravleva N., Gulyi I. Economic assessment of the cost of reducing the delivery time for cargo owners when sending goods through the international transport corridor "North — South" // *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 460. P. 7. DOI: 10.1051/e3sconf/202346003014.
3. Kazanskaya L., Chetchuev M. Assessment of development prospects, economic effects and return on investment in the infrastructure of the international transport corridor "North — South" // *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 460. P. 7. DOI: 10.1051/e3sconf/202346003015.
4. Mery po soglasovannomu razvitiyu infrastruktury na podhodah k portu Olya v usloviyah prognoziruemogo rosta gruzopotokov po transportnomu koridoru «Sever — Yug» / V. N. Zubkov [i dr.] // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2023. № 1. S. 63–75. DOI: 10.46973/0201-727X_2023_1_63. (In Russian)
5. Perspektivy issledovaniy transportno-technologicheskikh parametrov uzlovykh punktov koncentracii i raspredeleniya priportovykh vagonopotokov / V. I. Zadorozhnyj [i dr.] // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2022. № 1 (85). S. 72–81. DOI: 10.46973/0201-727X_2022_1_72. (In Russian)
6. Chislov O. N., Bezuov D. S., Zayacz S. G. Variant ocenki etapnosti razvitiya priportovykh stancij na napravleniyah yuzhnorossijskikh transportnykh koridorov // *Trudy RGUPS*. 2014. № 2. S. 153–163. (In Russian)
7. Chislov O. N., Bezuov D. S. Metody vybora i ocenki tehniko-technologicheskikh parametrov priportovykh gruzovykh stancij // *Transport: nauka, obrazovanie, proizvodstvo: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Transport-2019»*. Rostov n/D.: RGUPS, 2019. T. 1: *Tehnicheskie nauki*. S. 76–80. (In Russian)
8. Chebotareva E. A. Analiz meropriyatij po povysheniyu propusknoy sposobnosti uchastkov Severo-Kavkazskoj zheleznoj dorogi // *Transport: nauka, tehnika, upravlenie*. 2022. № 1. S. 29–34. (In Russian)
9. Mezhdunarodnyj transportnyj koridor «Sever — Yug»: sozдание transportnogo karkasa Evrazii: doklad 21/5 / E. Vinokurov [i dr.]. Almaty; M.: Evrazijskij bank razvitiya. 2021. S. 124. (In Russian)
10. Zubkov V. N., Ryazanova E. V., Nauruzbaev S. M. Sovershenstvovanie raboty stancii Astrahan'-II v sisteme mezhdunarodnogo transportnogo koridora «Sever — Yug» v usloviyah ozhidaemogo rosta gruzopotoka // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2022. № 4. S. 118–127. DOI: 10.46973/0201-727X_2022_4_118. (In Russian)
11. Vereskun V. D., Mamaev E. A., Sorokin D. V. Ocenka perspektiv rosta gruzooborota mezhdunarodnogo transportnogo koridora «Sever — Yug» v sovremennykh usloviyah // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2023. № 3. S. 45–56. DOI: 10.46973/0201-727X_2023_3_45. (In Russian)
12. Mamaev E. A., Sorokin D. V., Dolgij I. D. K ocenke potenciala razvitiya mezhdunarodnogo transportnogo koridora: teoreticheskie aspekty // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2020. № 4. S. 89–101. DOI: 10.46973/0201-727X_2020_4_89. (In Russian)
13. Mamaev E. A., Sorokin D. V. K ocenke potenciala razvitiya mezhdunarodnogo transportnogo koridora «Sever — Yug» // *Izvestiya Transsiba*. 2020. № 3 (43). C. 86–96. (In Russian)
14. Levin D. Yu. Dispetcherskie centry i tehnologiya upravleniya perevozochnym processom: uchebnoe posobie. M.: Marshrut, 2005. 760 s. (In Russian)
15. Voronin V. A., Vorob'ev V. V., Esyrev S. N. ALSO s podvizhnymi blok-uchastkami // *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2011. № 6. S. 44–45. (In Russian)

16. Muginshtejn L. A., Shenfel'd K. P. Opyt vnedreniya tyazhelovesnogo dvizheniya na zheleznih dorogax // Zheleznodorozhnyj transport. 2016. № 3. S. 35–41. (In Russian)

17. Dmitrenko A. V., Larchenko E. A., Eremenko A. A. Effektivnye puti povysheniya srednego vesa gruzovyh poezdov // Vestnik sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya. 2021. № 4. S. 69–74. DOI: 10.52170/1815-9265_2021_59_69. (In Russian)

Received: 25.05.2024

Accepted: 01.08.2024

Author's information:

Ekaterina V. RYAZANOVA — PhD in Engineering, Associate Professor; ekaryazanova@gmail.com

Sabir M. NAURUZBAEV — Postgraduate Student; sabir.nauruzbayev@mail.ru

Angelina O. KUDELINA — Postgraduate Student; PoluninaAngelina@mail.ru