

Д. В. Сорокин, А. И. Хашев, С. М. Наурузбаев, А. И. Степовая, А. П. Яновский

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКА МЕЖДУ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА НА ГЕНЕРАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ МТК «СЕВЕР – ЮГ» *

Аннотация. В сложившихся экономических и политических реалиях для Российской Федерации задача транспортных коридоров заключается не только в обеспечении транзитных перевозок на евразийском пространстве. Экспортно-импортные и внутрироссийские маршруты являются приоритетными направлениями в работе национального транспортного комплекса. Применение мультимодальных схем доставки грузов по маршрутам международного транспортного коридора (МТК) «Север – Юг» предполагает несколько логистических маршрутов, каждый из которых имеет определенную вариативность. Российская транспортная система, в частности ее региональная часть МТК «Север – Юг», позволяет комбинированное использование трех видов транспорта при грузоперевозках: автомобильный, водный и железнодорожный.

Рассмотрены теоретические аспекты перераспределения грузопотоков между различными видами транспорта на генеральных направлениях МТК «Север – Юг» и его влияние на стратегическое планирование российской экономической деятельности. Представлены результаты, полученные в ходе исследования, приведено обоснование применяемого методического аппарата исследования. Сделаны выводы и даны рекомендации по практическому применению полученных результатов, обозначены перспективы дальнейших исследований в области стратегического планирования работы транспортных предприятий на маршрутах МТК «Север – Юг».

Ключевые слова: мультимодальные перевозки, МТК «Север – Юг», стратегическое планирование грузоперевозок, модель оптимальных маршрутов продвижения грузопотоков, оценка потенциала МТК, зона притяжения грузопотоков МТК, смешанная экономическая модель.

Для цитирования: Оценка возможности перераспределения грузопотока между видами транспорта на генеральных направлениях МТК «Север – Юг» / Д. В. Сорокин, А. И. Хашев, С. М. Наурузбаев [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2. – С. 243–253. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_2_243.

Введение

Основной задачей национальной транспортной системы является обеспечение бесперебойного функционирования экономики страны, в частности, удовлетворение потребности в перевозках частного и государственного предпринимательства. Существуют три способа решения (т.е. организации экономической системы в стране), так или иначе доказавших свою состоятельность и функционирующих в крупнейших мировых экономиках:

- командно-административная система (1921–1986 гг. в СССР);
- рыночная система (XIX в. – по настоящее время (далее – н. в.) в США, XVIII в. – середина XX в. в Великобритании);
- смешанная система (1979 г. – н. в. в Китае, 1991 г. – н. в. в Российской Федерации (далее – РФ), середина XX в. – н. в. в Великобритании).

В некоторых странах, таких как Аргентина, Франция, Германия, Италия, действовали все вышеперечисленные экономические системы в разный период их истории. Преимущества и недостатки каждой из систем являются общеизвестными. Следует упомянуть о том, что в настоящее время смешанная экономическая система является доминирующей в большинстве развитых стран мира. Это обусловлено возможностью регулировать уровень государственного вмешательства в экономику в зависимости от ситуативной необходимости; а также в зависимости от политической системы и государственного устройства, с учетом национальных особенностей в каждой отдельно взятой стране.

* Работа выполнена в рамках гранта банка ВТБ (ПАО) на выполнение молодыми учеными научных работ по теме «Технологическое и экономическое обоснование приоритетных направлений совершенствования взаимодействия видов транспорта в российском сегменте международного транспортного коридора «Север – Юг».

Характерные особенности, перешедшие российской экономике «по наследству» от СССР, можно разделить на:

1) отрицательные – замедляющие социально-экономическое развитие:

- зависимость доходов государственного бюджета от экспорта продукции топливно-энергетического комплекса (ТЭК);

- высокий процент изношенности основных фондов транспортной инфраструктуры, в частности железнодорожной (пути сообщения, тяговый и нетяговый подвижной состав и др.), и других отраслей тяжелой промышленности;

- нерациональное и низкоэффективное использование сырья в производстве;

- низкая (по сравнению с ведущими мировыми экономиками) производительность труда работников промышленного сектора на всех уровнях производства и управления;

- монополизация основных секторов экономики (военно-промышленный комплекс, транспорт, добыча полезных ископаемых и др.);

- концентрация всех технологических, социальных достижений, а также денежных потоков в центре страны, недостаточное развитие периферии, замедленная модернизация всех сфер жизни;

- внешнеполитическая нестабильность во взаимоотношениях со странами Европейского союза и США;

2) положительные:

- возможность инвестирования высоких доходов от экспорта продукции ТЭК в инновационные и высокотехнологические отрасли экономики, в том числе в национальную транспортную систему;

- единое таможенное и транспортное пространство стран Евразийского экономического союза (железнодорожная колея 1520 мм), способствующее построению «бесшовных» трансевразийских транспортных коридоров и привлечению транзитных грузопотоков;

- обширная территория, обеспечивающая наличие торговых портов в Азово-Черноморском, Арктическом, Балтийском, Дальневосточном и Каспийском бассейнах;

- относительно развитая авто- и железнодорожная сеть, объединяющая внутрироссийское пространство и соединяющая промышленные предприятия с рынками реализации производимой продукции.

Использование сильных сторон смешанной модели экономики в совокупности с перечисленными преимуществами, имеющимися в распоряжении РФ, способствует построению стабильной социально-экономической системы внутри страны, устойчивой к турбулентности во внешней политике.

Внеэкономические и геополитические вызовы, стоящие перед российской транспортной системой, обуславливают актуальность настоящего исследования ввиду необходимости обеспечения устойчивого экономического роста на основе:

- повышения конкурентоспособности российской транспортной системы за счет развития инфраструктуры генеральных направлений МТК «Север – Юг»;

- увеличения эффективности стратегического планирования загруженности транспортной сети и распределения грузопотоков;

- рационального использования имеющейся транспортной инфраструктуры для удовлетворения потребности государства и бизнеса в перевозках внутри страны;

- повышения социально-экономической активности населения и обеспечения развития сопутствующей инфраструктуры на генеральных направлениях;

- пересмотра существующих (во многом унаследованных от СССР) организационно-технологических принципов управления в системообразующих предприятиях транспортного комплекса.

Активные изменения на макроэкономическом пространстве Евразии, совершенствование технологий организации перевозок и взаимодействия участников в интегрированных цепях поставок являются неотъемлемым сопровождением развития МТК, в частности МТК «Север – Юг», как системы. МТК способствует формированию базиса для экономических наднациональных объединений, стимулируя межгосударственную конкуренцию по созданию эффективной транспортно-логистической инфраструктуры, в том числе на маршрутах транзитных грузопотоков. Следовательно, для развития теоретико-методических подходов к организации работы МТК, сопряженной с существенными организационными и технологическими особенностями механизмов организации потоковых процессов, пространственным положением и развитием регионов пролегания коридоров, необходима локализация направлений исследований [1]. В табл. 1 приведена методологическая структура настоящего исследования.

Таблица 1

Методологическая структура исследования

| | |
|---------|---|
| Цель | Совершенствование методического подхода к распределению грузопотоков между различными видами транспорта на маршрутах МТК «Север – Юг» для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта на генеральных направлениях |
| Задачи | 1) Выполнить сравнительный анализ состояния грузовых перевозок конкурирующих видов транспорта по маршрутам МТК «Север – Юг»; 2) адаптировать элементы методики оценки потенциала МТК к требованиям настоящего исследования; 3) определить условия, необходимые для перераспределения грузопотоков между конкурирующими видами транспорта с помощью механизмов смешанной экономики |
| Объект | Региональная (российская часть) МТК «Север – Юг» |
| Предмет | Научно-практические методы исследования региональных транспортных систем, международных транспортных коридоров как совокупности путей сообщения на генеральных направлениях грузопотоков |
| Методы | Системный анализ, математическое моделирование, критериальный отбор, экспертная оценка |

Рекомендованный авторами исследования теоретический подход к оценке возможности перераспределения грузопотока между различными видами транспорта на генеральных направлениях МТК «Север – Юг» основывается на следующих принципах:

- глобальная экономическая эффективность;
- рациональное использование имеющихся транспортных магистралей (автомобильных, водных, железнодорожных) с целью равномерной загрузки инфраструктуры и предотвращения возникновения замедления трафика;
- согласование рыночных механизмов тарифообразования на грузоперевозки и государственного регулирования объемов грузопотоков.

Авторами предлагается адаптация методики оценки потенциала международного транспортного коридора (на примере МТК «Север – Юг»), отраженной в работах [2–7], для решения заявленной в исследовании научной проблемы.

Основная часть

По результатам исследований методики оценки потенциала транспортного коридора была составлена «Иерархия показателей оценки потенциала транспортного коридора», представленная в [7]. Другим представлением «Иерархии...» является «Трехуровневая система подчиненности элементов транспортной инфраструктуры» в [7]. Взаимозависимая целостная система показателей основывается на подчинении элементов нижнего уровня верхнему.

Как в «Иерархии...», так и «Системе...» определяющими являются показатели уровня I, которые для грузовладельцев в случае их выполнения служат индикаторами выбора соответствующего вида транспорта. Это актуально для рыночных отношений между участниками перевозочного процесса, где агенты (грузовладельцы) преследуют свои цели. Для государства, как фактического владельца автомобильной и железнодорожной инфраструктуры и такого же агента в транспортной системе (национальной, международной), более важен баланс, в котором к удовлетворению требований грузовладельцев добавляются и другие обязательства: ритмичная и безаварийная работа транспортной инфраструктуры, минимизация «узких мест», возникающих из-за перегрузки определенного элемента инфраструктуры, выполнение своих социальных обязательств в отношении населения, обеспечение обороноспособности страны за счет организации своевременных бесперебойных перевозок частей и соединений Вооруженных сил РФ и др.

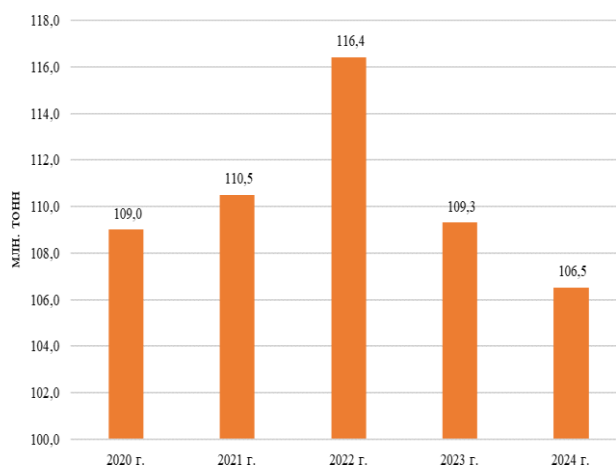
С этой точки зрения в «Системе...» следует сделать акцент на показатели уровня II и III при выборе вида транспорта для грузоперевозки, где государство (отдельные его министерства и ведомства) может выступать в качестве регулятора, т.е. иметь отличные от других агентов «права и обязанности», в той или иной мере участвуя в организации внутрироссийских перевозок (т.е. осуществлять нормативно-правовое регулирование перевозочного процесса, производить равномерное возмещение убытков и выделение дополнительных дотаций на содержание инфраструктуры другим агентам и т.д.), и одновременно обладать свойствами внутренней среды самой системы.

Проанализируем статистику по видам транспорта, условно конкурирующим за грузопотоки по маршрутам МТК «Север – Юг» (табл. 2, рис. 1, 2) [8–10].

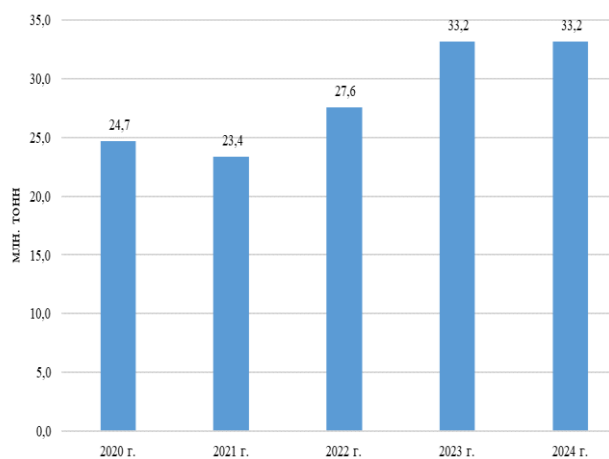
Таблица 2

Показатели работы транспортной системы СССР/РСФСР в 1990 г. и РФ в 2024 г.

| Наименование показателя | | СССР | | РСФСР | | РФ | |
|--|----------------------|-------------|-------|-------------|------|-------------|------|
| Железнодорожный транспорт | | | | | | | |
| Эксплуатационная длина путей сообщения, тыс. км | Общего пользования | 260,6 | 146,7 | 159,3 | 86,3 | 123 | 87,0 |
| | Необщего пользования | | 113,9 | | 73,0 | | 36 |
| Электрифицированных путей, тыс. км | | 55,2 | | 37,0 | | 44,6 | |
| Перевезено грузов, млн т | | 4116 | | 2261,2 | | 1351 | |
| Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км | | 957 | | 1189 | | 1952 | |
| Грузооборот/доля в грузообороте | млрд т*км/ % | 3924,8/44,0 | | 2562,3/32,4 | | 2638,0/47,2 | |
| Внутренний водный транспорт | | | | | | | |
| Длина внутренних водных путей, тыс. км | | 122,5 | | 101,0 | | 101,6 | |
| Перевезено грузов, млн т | | 691 | | 582,3 | | 116,4 | |
| Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км | | 364 | | 400 | | 586 | |
| Грузооборот/доля в грузообороте | млрд т*км/ % | 251,2/3,95 | | 233,2/2,24 | | 68/1,05 | |
| Автомобильный транспорт | | | | | | | |
| Эксплуатационная длина автодорог общего пользования с твердым покрытием, тыс. км | | 1298,9 | | 619,8 | | 1212,5 | |
| Перевезено грузов, млн т | | 6921 | | 3171 | | 6211 | |
| Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км | | 21 | | 23 | | 51 | |
| Грузооборот/доля в грузообороте | млрд т*км/ % | 143,3/1,5 | | 71,13/0,6 | | 314/5,6 | |
| Морской транспорт | | | | | | | |
| Перевезено грузов, млн т | | 256,8 | | 118,0 | | 27,6 | |
| Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км | | 3938 | | н/д | | 1607 | |
| Грузооборот/доля в грузообороте | млрд т*км/ % | 1011,4/8,5 | | 539,3/4,7 | | 45/1,0 | |



а



б

Рис. 1. Количество перевезенных грузов (млн т) за период 2020–2024 гг.:
а – внутренним водным транспортом; б – морским транспортом [10]

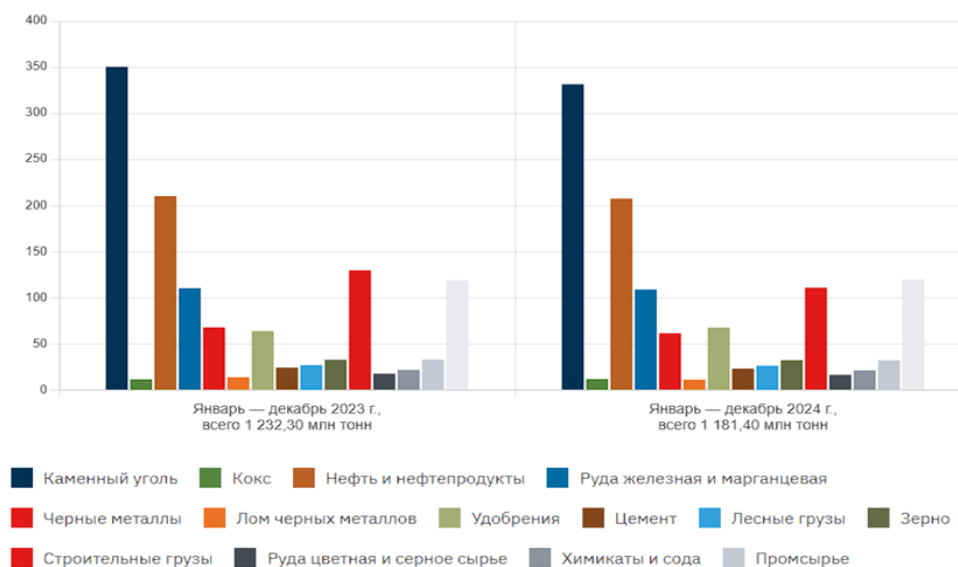


Рис. 2. Общий объем погрузки грузов на железнодорожной сети РФ (млн т) [11]

Проанализировав приведенные статистические данные, отметим почти 5-кратное сокращение количества грузов, перевезенных в РФ по сравнению с 1990 г. внутренним водным транспортом и морским транспортом, оставляя за скобками многократное уменьшение доли в грузообороте водного вида транспорта (см. табл. 2). Более того, данные из рис. 1 указывают на сохранение тенденции «низких объемов» и в настоящее время. Такое сокращение доли внутреннего водного и морского транспорта в экономике страны объясняется как раз «рыночными механизмами», а именно: проигранная конкуренция «за груз» автомобильному и железнодорожному транспорту. Однако железнодорожный транспорт также испытывает определенные трудности в освоении высвобождающихся грузопотоков. В 2024 г. наблюдалось ухудшение показателей работы ОАО «РЖД» (см. рис. 2) по сравнению с 2023 г. [11]:

- увеличение оборота грузового вагона на 10,7 % (20,75 сут), причем сократилось время в движении грузового поезда (с 17,2 до 15,9 %), увеличилось время простоя вагона под грузовыми операциями (с 198,9 ч до 226,8 ч) и время простоя на технических станциях (с 151,5 ч до 166,0 ч);
- снижение средней участковой скорости грузового поезда на 1,8 % (37,9 км/ч);
- сокращение средней дальности перевозки на 1,2 % до 1925 км;
- снижение грузооборота на 4,3 % (2523,8 млрд т-км).

Количество грузовых вагонов на сети ОАО «РЖД» достигло 1 млн 382 тыс. единиц в 2024 г. (переизбыток – более 400 тыс.) [11], что в условиях несогласованности эксплуатации вагонного парка между частными операторами и владельцем инфраструктуры может приводить к масштабным задержкам грузопотоков на стратегических направлениях.

Из анализируемых видов транспорта автомобильный – единственный, чьи качественные и количественные показатели имеют положительную динамику роста как в абсолютном, так и в относительном выражении. Несмотря на неоспоримые преимущества перевозок грузов автомобильным транспортом, необходимо выделить основные факторы, негативно влияющие на социально-экономические процессы в обществе: 1) высокая аварийность (более 15,5 тыс. дорожно-транспортных происшествий с участием грузовых автомашин в 2024 г., в которых погибло более 4 тыс. человек, ранено более 22 тыс. человек) в сравнении с остальными видами транспорта, а также вмешательство в работу железнодорожного транспорта при возникновении ДТП на железнодорожных переездах; 2) негативное влияние на окружающую среду; 3) ухудшение транспортной обстановки в городах (агломерациях) и на подъездах к ним.

Качественным решением социально-экономических вопросов, проблем функционирования отдельно взятого вида транспорта является планирование работы национальной транспортной системы в целом путем рационального (не равномерного!) перераспределения грузопотоков. В отношении МТК «Север – Юг» стратегическим резервом перевозочных мощностей обладает внутренний водный вид транспорта. Ниже, в «Модели оптимальных маршрутов продвижения грузопотоков» приводится «коридор предпочтительности перегрузки» на водный вид транспорта.

Модель оптимальных маршрутов продвижения грузопотоков. Модель определения конкурентного баланса между схемами перевозки грузов, а также оценка привлекательности маршрутов на

примере МТК «Север – Юг», реализация схем мультимодальных перевозок представлены в [4, 5]. Основными критериями выбора схемы перевозки для грузовладельцев являются срок доставки и стоимость перевозки, которые сформированы путем реализации алгоритма нахождения кратчайших расстояний перевозок [5]. Однако с точки зрения достижения конечного оптимума как для национальной транспортной системы, так и для системы МТК следует также учитывать неликвидную загруженность путей сообщения железнодорожного и автомобильного транспорта.

При рассмотрении перевозок по транспортному коридору от пункта зарождения L до пункта погашения грузопотоков S железнодорожные линии представляем в виде каркаса транспортной сети коридора, а автомобильные дороги – дублирующими и дополняющими основной железнодорожный ход. Внутренние водные пути обособлены от инфраструктуры наземных видов транспорта и не могут называться параллельными им, поэтому будут формализованы отличным от наземных видов транспорта образом [4].

Пусть h – пункт концентрации объема груза (грузопотока) V_h в направлении до пункта S . Для пункта h существует несколько вариантов перевозки грузов – автомобильный, внутренний водный, железнодорожный и смешанный. Параметрами выбора схемы перевозки грузов в точку S будем считать: $T_{h,S}^{\text{авто}}$, $T_{h,S}^{\text{вв}}$, $T_{h,S}^{\text{жд}}$, $T_{h,S}^{\text{авто+жд}}$, $T_{h,S}^{\text{авто+вв}}$, $T_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ ($M_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{вв}}$, $M_{h,S}^{\text{жд}}$, $M_{h,S}^{\text{авто+жд}}$, $M_{h,S}^{\text{авто+вв}}$, $M_{h,S}^{\text{вв+жд}}$) – срок доставки (стоимость) при перевозке автомобильным, внутренним водным, железнодорожным транспортом и при смешанной схеме перевозки. Принципиальным является выбор прямого вида сообщения, который зависит от выполнения следующих условий (табл. 3).

Таблица 3

Условия выбора схемы перевозки грузов

| № п/п | Двухкритериальные ограничения | Предпочтительная схема перевозки |
|-------|--|---|
| 1 | $T_{h,S}^{\text{авто}} < T_{h,S}^{\text{вв}} < T_{h,S}^{\text{жд}} < T_{h,S}^{\text{авто+жд}} < T_{h,S}^{\text{авто+вв}} < T_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ $M_{h,S}^{\text{авто}} < M_{h,S}^{\text{жд}} < M_{h,S}^{\text{вв}} < M_{h,S}^{\text{авто+жд}} < M_{h,S}^{\text{авто+вв}} < M_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ | Автомобильная |
| 2 | $T_{h,S}^{\text{вв}} < T_{h,S}^{\text{авто}} < T_{h,S}^{\text{жд}} < T_{h,S}^{\text{авто+жд}} < T_{h,S}^{\text{авто+вв}} < T_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ $M_{h,S}^{\text{вв}} < M_{h,S}^{\text{авто}} < M_{h,S}^{\text{жд}} < M_{h,S}^{\text{авто+жд}} < M_{h,S}^{\text{авто+вв}} < M_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ | Водная (внутренний водный транспорт) |
| 3 | $T_{h,S}^{\text{жд}} < T_{h,S}^{\text{авто}} < T_{h,S}^{\text{вв}} < T_{h,S}^{\text{авто+жд}} < T_{h,S}^{\text{авто+вв}} < T_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ $M_{h,S}^{\text{жд}} < M_{h,S}^{\text{авто}} < M_{h,S}^{\text{вв}} < M_{h,S}^{\text{авто+жд}} < M_{h,S}^{\text{авто+вв}} < M_{h,S}^{\text{вв+жд}}$ | Железнодорожная |
| 4 | $T_{h,S}^{\text{жд}} < T_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{жд}} > M_{h,S}^{\text{авто}}$ или $T_{h,S}^{\text{жд}} > T_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{жд}} < M_{h,S}^{\text{авто}}$ $T_{h,S}^{\text{вв}} < T_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{вв}} > M_{h,S}^{\text{авто}}$ или $T_{h,S}^{\text{вв}} > T_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{вв}} < M_{h,S}^{\text{авто}}$ | Неизвестна, зависит от субъективных предпочтений грузовладельца |
| 5 | $T_{h,S}^{\text{авто+жд}} < T_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{авто+жд}} < M_{h,S}^{\text{авто}}$ $T_{h,S}^{\text{вв+жд}} < T_{h,S}^{\text{вв}}$, $M_{h,S}^{\text{вв+жд}} < M_{h,S}^{\text{вв}}$ | Смешанная |

Далее, рассмотрим три схемы перевозки – автомобильную, железнодорожную и перевозку внутренним водным транспортом (п. 1–4), применяя известный алгоритм выбора вида транспорта на основе двухкритериальной оценки с использованием экспертных оценок [4]:

Шаг 0. Для определенного грузопотока V_h от пункта h до пункта S определяются $T_{h,S}^{\text{авто}}$, $T_{h,S}^{\text{вв}}$, $T_{h,S}^{\text{жд}}$, $M_{h,S}^{\text{авто}}$, $M_{h,S}^{\text{вв}}$, $M_{h,S}^{\text{жд}}$ и выполняются условия п. 4.

Шаг 1. Пусть есть некоторое количество экспертов f , $f = 1, 2, \dots, F$, которые определяют Δ – приращение соответствующих величин (T или M), которое переводит неравенства в равенства, т.е. выбор в пользу вида транспорта с непредпочтительным значением фактора может быть изменен на основе неформализованных данных экспертов.

Шаг 2. Определяем

$$\Delta \bar{T}_{h,S}^{\text{авто}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta T_{h,S}^{\text{авто}}(f), \Delta \bar{T}_{h,S}^{\text{жд}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta T_{h,S}^{\text{жд}}(f), \Delta \bar{T}_{h,S}^{\text{вв}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta T_{h,S}^{\text{вв}}(f),$$

$$\Delta \bar{M}_{h,S}^{\text{авто}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta M_{h,S}^{\text{авто}}(f), \Delta \bar{M}_{h,S}^{\text{жд}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta M_{h,S}^{\text{жд}}(f), \Delta \bar{M}_{h,S}^{\text{вв}} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \Delta M_{h,S}^{\text{вв}}(f).$$

Предельные допуски в п. 1–3 могут быть иными, чем средние значения по оценкам экспертов.

Шаг 3. Определение коридора эффективной схемы транспортировки груза от пункта h до пункта S с учетом возможности выбора в пользу внутреннего водного транспорта (транспортного коридора) с учетом возможности увеличения срока доставки при снижении стоимости транспортировки водным транспортом.

Выбор схемы перевозки (автомобильным, внутренним водным и железнодорожным видом транспортом) при двухкритериальном подходе с использованием экспертных оценок представлен на рис. 3.

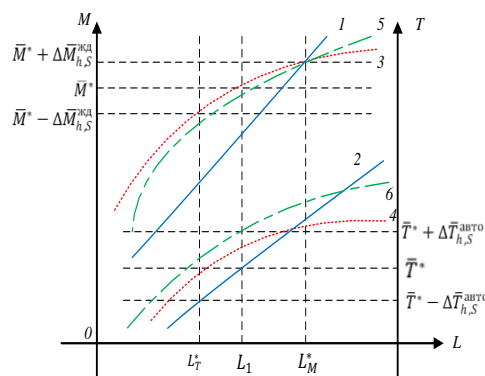


Рис. 3. Выбор схемы перевозки при двухкритериальном подходе с использованием экспертных оценок:

1 (авто), 3 (жд), 5 (вв) – зависимость стоимости перевозки от расстояния;
2 (авто), 4 (жд), 6 (вв) – зависимость сроков доставки от расстояния

Из конфигурации на рис. 3 выделим зоны доминирования (сегменты конкурентной монополии) соответствующего вида транспорта, а именно: автомобильный – $L \in [0, L_T^*]$ – выполняется условие п. 1 табл. 3, железнодорожный – $L \in [L_M^*, \infty)$ – выполняется условие п. 3 табл. 3. В интервале $[L_T^*, L_M^*]$ выбор схемы перевозки зависит от лица, принимающего решение (ЛПР), и определяется методом экспертной оценки или критериального отбора, выполняется условие п. 4 табл. 3. В зависимости от предпочтений ЛПР определяется главный критерий (срок доставки или стоимость доставки) и допускается, что его величина может быть увеличена на $\Delta \bar{T}_{h,s}$ (если предпочтения отдаются срокам доставки) для одного вида транспорта, а величина критерия «стоимость доставки» уменьшена на величину $\Delta \bar{M}_{h,s}$ в пользу выбора другого вида транспорта. В этом случае при $L \in [L_T^*, L_1] \cup [L_1, L_M^*]$ имеется возможность участия внутреннего водного транспорта (выполнение условия п. 3 табл. 3) в распределении конкурентного сегмента между видами транспорта.

Адаптация методики определения зоны притяжения транспортного коридора в условиях конкуренции автомобильного, железнодорожного и внутреннего водного видов транспорта. Основные положения указанной «Методики...» изложены в работах [1, 4–6] и верны с точки зрения конкуренции и сотрудничества между автомобильным, водным и железнодорожным видами транспорта внутри системы МТК «Север – Юг» (как смежные маршруты и направления), а также между МТК как системами и их составными частями (рис. 4).

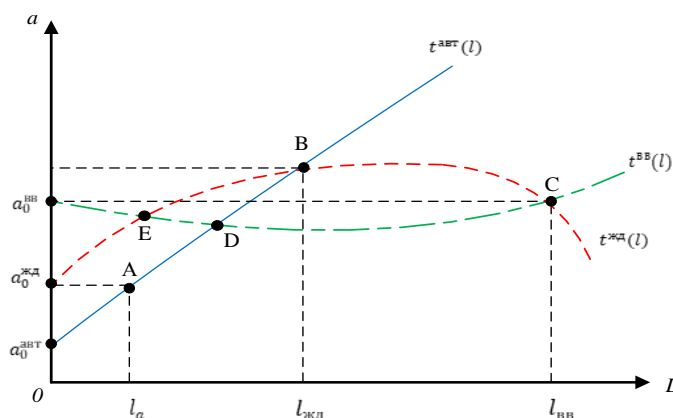


Рис. 4. График конкуренции и сотрудничества видов транспорта:

A, B, C, D, E – точки возможного перехода грузопотоков между видами транспорта;
 $a_0^{\text{авт}}, a_0^{\text{вв}}, a_0^{\text{жд}}$ – параметры модели в момент выполнения погрузочных операций;
 $l_{\text{авт}}, l_{\text{вв}}, l_{\text{жд}}$ – предполагаемое расстояния при мономодальной перевозке соответствующим видом транспорта

Определение зоны притяжения транспортного коридора происходит в два этапа и заключается в нахождении «коридора перехода» грузов (почти во всех случаях низкодходных) с железнодорожного на водный вид транспорта (1-й этап), освобождение перевозочных мощностей железнодорожного транспорта для увеличения возможностей в процессе конкуренции с автомобильным видом транспорта за средне- и высокодоходный грузопоток (2-й этап). В табл. 4 сведены исходные условия для формализации приведенных выше положений.

Таблица 4

Формализованное представление определения зоны притяжения МТК

| | Автомобильный | Железнодорожный | Внутренний водный |
|---|--|---|---|
| Мономодальная перевозка | | | |
| Тариф на перевозку грузов (t), руб. | $t^{\text{авт}}(l) = a_0^{\text{авт}} + a_1^{\text{авт}}l$ | $t^{\text{жд}}(l) = a_0^{\text{жд}} + a_1^{\text{жд}}l^{\text{жд}} + a_2^{\text{жд}}l^{\text{жд}2}$ | $t^{\text{вв}}(l) = a_0^{\text{вв}} + a_1^{\text{вв}}l^{\text{вв}} + a_2^{\text{вв}}l^{\text{вв}2}$ |
| | $a_0^{\text{авт}}, a_1^{\text{авт}}, a_0^{\text{жд}}, a_1^{\text{жд}}, a_2^{\text{жд}}, a_0^{\text{вв}}, a_1^{\text{вв}}, a_2^{\text{вв}}$ – параметры модели в зависимости от расстояния перевозки l ($l = \text{const}$) | | |
| Первый этап определения грузовой базы | $a_0^{\text{вв}} + a_1^{\text{вв}}l + a_2^{\text{вв}}l^2 = a_0^{\text{жд}} + a_1^{\text{жд}}l + a_2^{\text{жд}}l^2$ <p style="text-align: center;">при $a_0^{\text{вв}} - a_0^{\text{жд}} > 0, a_2^{\text{вв}} - a_2^{\text{жд}} < 0$.</p> <p style="text-align: center;">Данное квадратное уравнение может иметь лишь один неотрицательный корень:</p> $l_1^* = -\frac{1}{2} \left(\left(\frac{a_1^{\text{вв}} - a_1^{\text{жд}}}{a_2^{\text{вв}} - a_2^{\text{жд}}} \right) - \sqrt{\left(\frac{a_1^{\text{вв}} - a_1^{\text{жд}}}{a_2^{\text{вв}} - a_2^{\text{жд}}} \right)^2 - \frac{4(a_0^{\text{вв}} - a_0^{\text{жд}})}{a_2^{\text{вв}} - a_2^{\text{жд}}}} \right)$ <p style="text-align: center;">или</p> $l_1^* = -\frac{1}{2} \left(R_0 - \sqrt{R_0^2 - \frac{4(a_0^{\text{вв}} - a_0^{\text{жд}})}{(a_1^{\text{вв}} - a_1^{\text{жд}})R_0}} \right), R_0 = \left(\frac{a_1^{\text{вв}} - a_1^{\text{жд}}}{a_2^{\text{вв}} - a_2^{\text{жд}}} \right),$ <p style="text-align: center;">где l_1^* – дальность перевозки, при которой грузопотоки переходят с железнодорожного транспорта на внутренний водный в зависимости от тарифа на перевозку</p> | | |
| Второй этап определения грузовой базы | $a_0^{\text{авт}} + a_1^{\text{авт}}l = a_0^{\text{жд}} + a_1^{\text{жд}}l + a_2^{\text{жд}}l^2$ <p style="text-align: center;">при $a_0^{\text{жд}} - a_0^{\text{авт}} > 0, a_1^{\text{жд}} - a_1^{\text{авт}} < 0$.</p> <p style="text-align: center;">Данное квадратное уравнение может иметь лишь один неотрицательный корень:</p> $l_2^* = -\frac{1}{2} \left(\left(\frac{a_1^{\text{жд}} - a_1^{\text{авт}}}{a_2^{\text{жд}}} \right) - \sqrt{\left(\frac{a_1^{\text{жд}} - a_1^{\text{авт}}}{a_2^{\text{жд}}} \right)^2 - \frac{4(a_0^{\text{жд}} - a_0^{\text{авт}})}{a_2^{\text{жд}}}} \right)$ <p style="text-align: center;">или</p> $l_2^* = -\frac{1}{2} \left(R_0 - \sqrt{R_0^2 - \frac{4R_0(a_0^{\text{жд}} - a_0^{\text{авт}})}{a_1^{\text{жд}} - a_1^{\text{авт}}}} \right), R_0 = \left(\frac{a_1^{\text{жд}} - a_1^{\text{авт}}}{a_2^{\text{жд}}} \right),$ <p style="text-align: center;">где l_2^* – дальность перевозки, при которой грузопотоки переходят с автомобильного транспорта на железнодорожный в зависимости от тарифа на перевозку</p> | | |

Отметим, что в данной работе приведен лишь один из вариантов решения уравнения, так как в случае с внутренним водным и железнодорожным транспортом расстояние перевозки не является постоянной величиной ($L \neq \text{const}$), соответственно у данного уравнения будет несколько решений.

Выводы

Стратегическое управление распределением грузопотоков по видам транспорта позволит качественно изменить подход к транспортно-экспедиционному обслуживанию грузовладельцев на генеральных направлениях МТК «Север – Юг». Искусственный переход низкодходных массовых грузов на внутренний водный вид транспорта пропорционально увеличит возможности ОАО «РЖД» для конкуренции с автотранспортом за средне- и высокодоходные перевозки. Констатируем, что внутренний водный транспорт не является ни системообразующим, ни высокодоходным, однако в масштабе национальной транспортной системы способен занять нишу перевозки грузов «для государства» с определенной возможностью увеличения дотационной части в своих доходах.

При должной организации логистических цепей поставок на основе преимуществ внутреннего водного транспорта (низкая себестоимость, высокая грузоподъемность, экологичность) и недостатков

(низкая скорость движения, сезонность перевозок, высокие затраты на погрузочно-разгрузочные операции, нехватка складской и портовой инфраструктуры) будет получен ожидаемый эффект, что повлияет на социально-экономическое развитие страны в целом.

В дальнейших исследованиях по распределению грузопотоков по видам транспорта в системе МТК необходимо рассмотреть конкурентный сегмент мультимодальных схем перевозки грузов, а именно: а) автомобильный – железнодорожный – автомобильный; б) железнодорожный – внутренний водный – автомобильный; в) автомобильный – внутренний водный – автомобильный. Это необходимо для укрупнения теоретической базы исследований функционирования транспортного коридора как системы и последующего построения адекватной стохастической модели функционирования МТК «Север – Юг» с использованием агентного моделирования. На основе прогнозирования поведения участников перевозочного процесса в условиях постоянных изменений эксплуатационной обстановки и возникающих инфраструктурных (и иных) ограничений возможно выявление закономерностей в состоянии системы (или ее отдельных частей) с целью повышения ее управляемости и устойчивости к разного рода колебаниям.

Список литературы

1 **Сорокин, Д. В.** Развитие железнодорожного транспорта в системе международных транспортных коридоров на примере МТК «Север – Юг» : специальность 2.9.9 «Логистические транспортные системы» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. В. Сорокин ; Ростовский государственный университет путей сообщения. – Ростов-на-Дону, 2024. – 215 с.

2 **Сорокин, Д. В.** Анализ транзитного потенциала Северо-Кавказской железной дороги в обеспечении грузоперевозок по международному транспортному коридору «Север – Юг» / Д. В. Сорокин // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (52). – С. 26–32. – ISSN 1815-9265.

3 **Мамаев, Э. А.** Оценка перспектив роста грузооборота международного транспортного коридора «Север – Юг» в современных условиях / Э. А. Мамаев, В. Д. Верескун, Д. В. Сорокин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3 (91). – С. 45–56. – DOI 10.46973/021-727X_2023_3_45.

4 **Мамаев, Э. А.** К оценке потенциала развития международного транспортного коридора «Север – Юг» / Э. А. Мамаев, Д. В. Сорокин // Известия Транссиба. – 2020. – № 3 (43). – С. 86–96. – ISSN 2220-4245.

5 **Мамаев, Э. А.** К оценке потенциала развития международного транспортного коридора «Север – Юг» : теоретические аспекты / Э. А. Мамаев, И. Д. Долгий, Д. В. Сорокин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 4 (80). – С. 89–101. – DOI 10.46973/0201-727X_2020_4_89.

6 **Vereskun, V. D.** Assessment for the growth prospects in freight turnover of the international

References

1 **Sorokin, D. V.** Railway transport development in the system of international transport corridors using the example of the ITC “North – South” : specialty 2.9.9 “Logistics transport Systems” : dissertation for the degree of candidate of technical sciences / D. V. Sorokin ; Rostov State Transport University. – Rostov-on-Don, 2024. – 215 p.

2 **Sorokin, D. V.** Analysis of the transit potential of the North Caucasian Railway in ensuring freight transportation along the international transport corridor “North - South” / D. V. Sorokin // The Siberian transport university bulletin. – 2020. – No. 1 (52). – P. 26–32. – ISSN 1815-9265.

3 **Mamaev, E. A.** Assessment of the prospects for growth of freight turnover of the international transport corridor “North - South” in modern conditions / E. A. Mamaev, V. D. Vereskun, D. V. Sorokin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2023. – No. 3 (91). – P. 45–56. – DOI 10.46973/021-727X_2023_3_45.

4 **Mamaev, E. A.** On assessing the development potential of the international transport corridor “North – South” / E. A. Mamaev, D. V. Sorokin // Izvestia Transsiba. – 2020. – No. 3 (43). – P. 86–96. – ISSN 2220-4245.

5 **Mamaev, E. A.** On assessing the development potential of the international transport corridor “North – South” : theoretical aspects / E. A. Mamaev, I. D. Dolgiy, D. V. Sorokin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2020. – No. 4 (80). – P. 89–101. – DOI 10.46973/0201-727X_2020_4_89.

6 **Vereskun, V. D.** Assessment for the growth prospects in freight turnover of the international

transport corridor «North – South» in modern conditions / V. D. Vereskun, E. A. Mamaev, D. V. Sorokin // E3S Web of Conferences 383, 03013 (2023) : International Scientific Conference Transport Technologies in the 21st Century (TT21C-2023) «Actual Problems of Decarbonization of Transport and Power Engineering : Ways of Their Innovative Solution». – DOI 10.1051/e3sconf/202338303013.

7 **Мамаев, Э. А.** Методические подходы структурирования показателей оценки потенциала международного транспортного коридора / Э. А. Мамаев, Д. В. Сорокин // Логистика и управление цепями поставок. – 2024. – Т. 21, № 3 (112). – С. 11–24. – ISSN 2587-6775.

8 Народное хозяйство СССР. 1990. Материальное производство. Транспорт. – URL: <http://mysteriouscountry.ru/wiki/index.php/> (дата обращения: 04.05.2025).

9 Транспорт и связь СССР : статистический сборник (1990). – URL: <http://istmat.info/node/22104> (дата обращения: 04.05.2025).

10 Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.05.2025).

11 Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». – URL: <https://cargo.rzd.ru/> (дата обращения: 11.05.2025).

transport corridor «North – South» in modern conditions / V. D. Vereskun, E. A. Mamaev, D. V. Sorokin // E3S Web of Conferences 383, 03013 (2023) : International Scientific Conference Transport Technologies in the 21st Century (TT21C-2023) «Actual Problems of Decarbonization of Transport and Power Engineering : Ways of Their Innovative Solution». – DOI 10.1051/e3sconf/202338303013.

7 **Mamaev, E. A.** Methodological approaches to structuring indicators for assessing the potential of an international transport corridor / E. A. Mamaev, D. V. Sorokin // Logistics and supply chain management. – 2024. – Vol. 21, No. 3 (112). – P. 11–24. – ISSN 2587-6775.

8 National economy of the USSR. 1990. Material production. Transport. – URL: <http://mysteriouscountry.ru/wiki/index.php/> (date of access: 05/04/2025).

9 Transport and communications of the USSR : Statistical collection (1990). – URL: <http://istmat.info/node/22104> (date of access: 05/04/2025).

10 Federal State Statistics Service. – URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru/> (date of access: 05/12/2025).

11 The official website of JSC “Russian Railways”. – URL: <https://cargo.rzd.ru/> (date of access: 05/11/2025).

D. V. Sorokin, A. I. Khashev, S. M. Nauruzbaev, A. I. Stepovaya, A. P. Yanovsky

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF REDISTRIBUTING CARGO FLOW BETWEEN TRANSPORT MODES ON THE GENERAL DIRECTIONS OF THE ITC "NORTH – SOUTH"

Abstract. In the current economic and political realities for the Russian Federation, the task of transport corridors is not only to ensure transit traffic in the Eurasian space. Export-import and domestic routes are priorities in the work of the national transport complex. The use of multimodal cargo delivery schemes along the routes of the North – South international transport corridor (ITC) involves several logistics routes, each of which has a certain variability. The Russian transport system, in particular, its regional part of the North – South ITC, allows the combined use of three types of transport in cargo transportation: automobile, water and rail.

This study is devoted to the theoretical aspects of the redistribution of cargo flows between different modes of transport on the main routes of the North – South ITC and its impact on the strategic planning of Russian economic activity. The article presents the results obtained in the course of the study, and provides a rationale for the applied research methodology. Conclusions are drawn and recommendations are given for the practical application of the results obtained, and prospects for further research in the field of strategic planning of transport enterprises on the routes of the North – South ITC are outlined.

Keywords: multimodal transportation, “North – South” ITC, strategic planning of cargo transportation, the model of optimal routes for the promotion of cargo flows, assessment of the ITC potential, attraction zone of cargo flows of the ITC, mixed economic model.

For citation: Assessment of the possibility of redistributing cargo flow between transport modes on the general directions of the ITC “North – South” / D. V. Sorokin, A. I. Khashev, S. M. Nauruzbayev [et al.] // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 2. – P. 243–253. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_2_243.

Сведения об авторах

Сорокин Дмитрий Валерьевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,
кандидат технических наук,
старший преподаватель,
e-mail: 2013014015@list.ru

Хашев Аскер Измудинович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Логистика и управление транспортными системами»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: hash-93@mail.ru

Наурузбаев Сабир Мансурович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
аспирант,
e-mail: sabir.nauruzbayev@mail.ru

Степовая Анастасия Игоревна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Станции и грузовая работа»,
аспирант,
e-mail: Anastasia_stepovaya@mail.ru

Яновский Александр Павлович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
факультет «Управление процессами перевозок»,
студент,
e-mail: ALEKSANDERYAN@MAIL.RU

Information about the authors

Sorokin Dmitry Valerievich,

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair “Logistics and Transport Systems Management”,
Candidate of Engineering Sciences,
Senior Lecturer,
e-mail: 2013014015@list.ru

Khashev Asker Izmudinovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Logistics and Transport Systems Management»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: hash-93@mail.ru

Nauruzbayev Sabir Mansurovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair “Operational Work Management”,
Postgraduate Student,
e-mail: sabir.nauruzbayev@mail.ru

Stepovaya Anastasia Igorevna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair “Stations and Freight Operations”,
Postgraduate Student,
e-mail: Anastasia_stepovaya@mail.ru

Yanovsky Alexander Pavlovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Department of Railway Management and Operation,
Student,
e-mail: ALEKSANDERYAN@MAIL.RU