

TRANSPORT

Научная статья

УДК 656.02

doi:10.52170/1815-9265_2026_80_5

Методический подход к формированию системы планирования развития транспортно-логистической инфраструктуры региона на основе транспортных балансов и временных критериев

Никита Вячеславович Бергер

Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия, nikita.berger@mail.ru

Аннотация. Развитие транспортно-логистической инфраструктуры региона требует применения системных методов планирования, обеспечивающих согласование потребностей экономики, возможностей транспортной сети и временных параметров доставки грузов. В условиях ограниченности инфраструктурных ресурсов и роста объемов перевозок традиционные подходы, основанные на статических показателях, оказываются недостаточно эффективными. Целью настоящего исследования является разработка методического подхода к формированию системы планирования развития транспортно-логистической инфраструктуры региона на основе транспортных балансов и временных критериев достижения целевых показателей.

В работе используются методы балансового анализа, системного моделирования, индикативного планирования и оценки временной доступности. Предлагаемый подход базируется на формировании межотраслевых транспортных балансов, отражающих распределение грузопотоков между секторами экономики и элементами транспортной сети, а также на использовании временных критериев как ключевых индикаторов эффективности инфраструктурного развития. Методика позволяет выявлять дисбаланс между спросом на перевозки и провозной способностью инфраструктуры, определять приоритетные направления развития и оценивать эффект инфраструктурных мероприятий во времени.

Научная новизна исследования заключается в интеграции транспортных балансов и временных критериев в единую систему планирования развития транспортно-логистической инфраструктуры региона. Практическая значимость работы состоит в возможности применения предложенного подхода органами регионального управления для обоснования стратегических и программных решений в сфере развития транспортной отрасли.

Ключевые слова: транспортно-логистическая инфраструктура, система планирования, транспортные балансы, временные критерии, региональное развитие, инфраструктурное планирование

Для цитирования: Бергер Н. В. Методический подход к формированию системы планирования развития транспортно-логистической инфраструктуры региона на основе транспортных балансов и временных критериев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 3 (80). С. 5–12. DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_5.

TRANSPORT

Original article

A methodological approach to the formation of a planning system for the development of regional transport and logistics infrastructure based on transport balances and time criteria

Nikita V. Berger

Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia, nikita.berger@mail.ru

Abstract. The development of regional transport and logistics infrastructure requires systematic planning methods that ensure coordination between economic demand, transport network capacity, and delivery time parameters. Under conditions of limited infrastructure resources and growing freight volumes, traditional approaches based on static indicators become insufficient. The purpose of this study is to develop a methodological approach to forming a system for planning the development of regional transport and logistics infrastructure based on transport balances and time-based performance criteria.

The research applies methods of balance analysis, system modeling, indicative planning, and time accessibility assessment. The proposed approach is based on the formation of intersectoral transport balances reflecting the distribution of freight flows among economic sectors and transport infrastructure elements, as well as the use of time criteria as key indicators of infrastructure development effectiveness. The methodology allows identifying

imbalances between transport demand and infrastructure capacity, determining development priorities, and evaluating the temporal effects of infrastructure measures.

The scientific novelty lies in integrating transport balances and time criteria into a unified planning system for regional transport and logistics infrastructure development. The practical significance of the study is associated with the applicability of the proposed approach for regional authorities in substantiating strategic and program decisions in transport sector development.

Keywords: transport and logistics infrastructure, planning system, transport balances, time criteria, regional development, infrastructure planning

For citation: Berger N. V. A methodological approach to the formation of a planning system for the development of regional transport and logistics infrastructure based on transport balances and time criteria. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(80):5–12. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_5.

Введение

Транспортно-логистическая инфраструктура является базовым элементом пространственного развития региона, обеспечивающим связность территорий, функционирование производственных цепочек и доступность рынков [1]. В условиях роста объемов перевозок и усложнения логистических схем возрастает необходимость перехода от фрагментарных инфраструктурных решений к системному планированию развития транспортной сети [2].

Существующая практика регионального транспортного планирования, как правило, опирается на агрегированные показатели грузооборота и инвестиционных затрат, не учитывая отраслевую структуру экономики и временные параметры доставки грузов [3]. Это приводит к возникновению дисбаланса между потребностями экономики и возможностями транспортной инфраструктуры.

Использование транспортных балансов позволяет обеспечить согласование объемов грузообразования и грузопотребления с пропускной способностью транспортной сети [4]. В то же время включение временных критериев в систему планирования дает возможность оценивать эффективность инфраструктурных решений с точки зрения достижения целевых параметров развития в заданные сроки [5].

В этой связи актуальной является разработка методического подхода к формированию системы планирования развития транспортно-логистической инфраструктуры региона, основанной на балансовых и временных принципах.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является транспортно-логистическая инфраструктура региона, включающая транспортные коридоры, логистические узлы и терминалы. Предмет исследования – система планирования развития данной инфраструктуры в условиях ограниченности ресурсов и роста спроса на перевозки.

Методологическую основу исследования составляют методы транспортного балансового анализа, системного подхода, индикативного и программно-целевого планирования, а также методы оценки временной доступности [6].

Транспортный баланс региона представляет собой систему количественных соотношений между объемами производства и потребления продукции в отраслях экономики и возможностями их транспортного обеспечения. В общем виде транспортный баланс может быть представлен следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n Q_i^{prod} = \sum_{j=1}^m Q_j^{cons} + Q_{tr}, \quad (1)$$

где Q_i^{prod} – объем грузообразования по отраслям экономики; Q_j^{cons} – объем грузопотребления; Q_{tr} – транзитные перевозки.

Формирование транспортных балансов по видам грузов и направлениям перевозок позволяет выявлять диспропорции между спросом на транспортные услуги и возможностями инфраструктуры.

В работе предлагается использовать временные критерии как ключевые показатели эффективности развития транспортно-логистической инфраструктуры региона [7]. Основным временным критерием является суммарное время доставки груза

$$T = T_{tr} + T_{log}, \quad (2)$$

где T_{tr} – время транспортировки; T_{log} – время логистической обработки.

Для целей планирования вводится нормативное значение времени доставки T_{norm} , соответствующее целевым ориентирам социально-экономического развития региона [8]. Инфраструктурные мероприятия оцениваются с точки зрения способности сократить отклонение по формуле

$$\Delta T = T_{fact} - T_{norm}, \quad (3)$$

где ΔT – отклонение фактического времени доставки груза от нормативного (целевого) значения, ч; T_{fact} – фактическое суммарное время доставки груза по рассматриваемому направле-

нию, включающее время перевозки и логистической обработки, ч; T_{norm} – нормативное (целевое) время доставки, установленное на основе стратегических ориентиров развития региона и требований к транспортному обслуживанию, ч.

При $\Delta T > 0$ фактическое время доставки превышает нормативное, что свидетельствует о наличии временной диспропорции; при $\Delta T = 0$ достигается целевой параметр; при $\Delta T < 0$ формируется временной резерв.

Чем меньше значение ΔT , тем выше эффективность рассматриваемого инфраструктурного мероприятия; приоритет получают проекты, обеспечивающие максимальное сокращение ΔT при сопоставимых ресурсных затратах.

Методический подход включает следующие этапы:

1. Формирование транспортных балансов региона по отраслям экономики.
2. Оценка текущих временных параметров доставки грузов.
3. Выявление балансовых и временных диспропорций.
4. Формирование перечня инфраструктурных мероприятий.
5. Оценка их влияния на транспортные балансы и временные показатели [9].

6. Ранжирование мероприятий по критерию сокращения времени достижения целей.

Для конкретизации содержания предложенного методического подхода и проверки его прикладной применимости выполнена его апробация на материалах Новосибирской области – региона с выраженными функциями транспортно-логистического хаба. Выбор данного объекта обусловлен высокой ролью области в межрегиональных и транзитных перевозках, а также развитием Западной, Восточной и Южной транспортно-логистических зон Новосибирского транспортного узла [10]. Содержание исследования по этапам представлено в табл. 1.

Этапы методического подхода представляют собой последовательную исследовательскую процедуру, в которой транспортные балансы и временные критерии используются совместно: сначала для диагностики диспропорций, затем для отбора и ранжирования инфраструктурных мероприятий [11].

Результаты исследования

Эмпирическая база исследования сформирована по материалам 2024 г., при этом отдельные выводы о приоритетах инфраструктурного развития интерпретируются с учетом

Таблица 1

Содержание исследования

Этап	Содержание	Информационная база	Результат
1. Формирование транспортных балансов	Выделение укрупненных грузовых групп, оценка грузообразования, грузопотребления и транзитной нагрузки по основным направлениям	Данные о структуре экономики региона, материалы по транспортному узлу, статистика перевозок	Транспортный баланс по грузовым группам и направлениям
2. Оценка временных параметров	Расчет фактического времени доставки как суммы времени транспортировки и логистической обработки; выделение направлений с максимальным отклонением от норматива	Данные о конфигурации транспортного узла, расчетные временные параметры по направлениям	Матрица фактических и нормативных временных параметров
3. Выявление диспропорций	Сопоставление балансового дефицита и временного отклонения по каждому направлению	Результаты этапов 1 и 2	Карта приоритетных узких мест инфраструктуры
4. Формирование мероприятий	Отбор мероприятий по развитию узлов, терминалов, подъездов, перерабатывающих мощностей и межвидового взаимодействия	Стратегические документы региона, проект ТЛЦ «Сибирский», материалы по транспортным зонам	Перечень альтернативных инфраструктурных решений
5. Оценка влияния мероприятий	Сценарный расчет влияния мероприятий на дефицит транспортных мощностей и на сокращение ΔT	Балансовая и временная модели	Количественная оценка эффекта по каждому сценарию
6. Ранжирование мероприятий	Сопоставление сценариев по сокращению дефицита и времени доставки, выделение первоочередных решений	Результаты этапа 5	Иерархия приоритетов инфраструктурного развития

прогнозных ориентиров функционирования транспортно-логистической системы региона до 2028 г.

Апробация предложенного методического подхода выполнена на материалах Новосибирской области. Выбор региона обусловлен его высокой транспортно-логистической значимостью: область позиционируется как один из крупнейших транспортных узлов страны и ключевой элемент цепи доставки грузов с Дальнего Востока в европейскую часть России и в обратном направлении, а также из Китая. В стратегии социально-экономического развития региона закреплена задача формирования сбалансированной интермодальной транспортной системы, а Новосибирский транспортный узел включает Западную, Восточную и Южную транспортно-логистические зоны. Существенное значение транспортного комплекса для экономики области подтверждается тем, что доля вида деятельности «Транспортировка и хранение» в структуре ВРП составляет 11,2 %; при этом торговля формирует 15,8 % ВРП, сельское хозяйство – 4,5 %, строительство – 5 %, что предопределяет высокий спрос на перевозки и переработку грузов. По данным официальной статистики, в 2024 г. объем перевозки грузов автомобильным транспортом в Новосибирской области составил 23 229 тыс. т.

Для целей исследования была сформирована укрупненная расчетная модель транспортного баланса Новосибирской области по пяти основным грузовым группам. При ее построении учитывались отраслевая структура эконо-

мики региона, выраженная оптово-распределительная функция, транзитная роль Новосибирского транспортного узла и наличие трех транспортно-логистических зон. Результаты балансовой оценки представлены в табл. 2.

Полученные результаты показывают, что наибольший балансовый дефицит формируется не по массовым строительным или аграрным грузам, а по контейнеризированным потребительским и транзитным потокам. Их совокупный дефицит составляет 2,9 млн т в год (65,9 % от общего расчетного дефицита транспортных мощностей). Это соответствует экономической специализации Новосибирской области как оптово-распределительного и транзитного центра и подтверждает, что ключевые ограничения сосредоточены в мультимодальных узлах и на направлениях переработки контейнерных потоков, а не только на линейных участках транспортной сети.

Для проверки временной составляющей методического подхода были рассчитаны фактические и нормативные параметры доставки по основным направлениям, связанным с Западной, Восточной и Южной транспортно-логистическими зонами, а также с внутригородским распределением грузов в агломерации (табл. 3).

Как показывают данные табл. 3, отклонение фактического времени доставки от нормативного составляет от 6 до 18 ч, а относительное превышение норматива достигает 22–33 %. При этом во всех направлениях существенная часть времени приходится не на магистральное

Таблица 2

**Укрупненный транспортный баланс Новосибирской области
по основным грузовым группам, млн т в год**

Грузовая группа	Расчетная транспортная потребность	Оценка доступной инфраструктурной емкости	Дефицит (+) / профицит (–)	Приоритетная зона концентрации
Агропромышленная и продовольственная продукция	5,4	5,0	+0,4	Южная ТЛЗ
Строительные грузы и инертные материалы	6,2	5,8	+0,4	Восточная и Южная ТЛЗ
Продукция обрабатывающих производств	7,1	6,4	+0,7	Восточная и Западная ТЛЗ
Контейнеризированные потребительские и оптово-распределительные грузы	8,6	7,2	+1,4	Западная и Восточная ТЛЗ
Транзитные контейнерные потоки	10,5	9,0	+1,5	Западная ТЛЗ, ТЛЦ «Сибирский»
<i>Итого</i>	37,8	33,4	+4,4	–

Таблица 3

Временные параметры доставки грузов по ключевым направлениям Новосибирской области

Направление	Время транспортировки, ч	Время логистической обработки, ч	Фактическое время доставки T_{fact} , ч	Нормативное время T_{norm} , ч	Отклонение ΔT , ч	Основной ограничивающий элемент
Западная ТЛЗ – западное межрегиональное направление	61	29	90	72	18	Перегрузка терминалов и маневровая переработка
Восточная ТЛЗ – Кузбасс / Красноярский вектор	38	23	61	48	13	Недостаточная синхронизация терминальной обработки
Южная ТЛЗ – южный экспортно-распределительный вектор	42	24	66	54	12	Концентрация потоков на подъездах и в узле
Внутриагломерационное распределение грузов	10	14	24	18	6	Очередность на терминалах и городские автоподходы

движение, а на логистическую обработку: ее доля составляет от 32,2 до 58,3 % фактического времени доставки. Следовательно, первоочередные резервы повышения эффективности транспортно-логистической инфраструктуры Новосибирской области связаны с модернизацией узлов, терминалов и подъездов, а не только с наращиванием протяженности или пропускной способности линейной сети. Это особенно важно в условиях роста контейнерной переработки Новосибирского транспортно-логистического узла, которая, по оценкам специалистов, к 2028 г. должна увеличиться на 147 % к текущему уровню.

Апробация на материалах Новосибирской области показала, что совмещение балансового и временного анализа позволяет не просто зафиксировать наличие инфраструктурного дефицита, но и определить его локализа-

цию, тип и степень влияния на достижение целевых параметров развития региона.

Для сопоставления предлагаемого методического подхода с инерционным планированием были рассмотрены два сценария (табл. 4). В первом случае приоритеты определялись по традиционной логике: преимущество получали направления с наиболее высокой текущей нагрузкой и проекты линейного расширения пропускной способности. Во втором случае использовался предлагаемый подход, основанный на одновременном учете балансового дефицита и отклонения фактического времени доставки от нормативного значения. Для Новосибирской области такая постановка особенно значима, поскольку регион сочетает функции крупного транзитного узла, оптово-распределительного центра и площадки развития мультимодального ТЛЦ «Сибирский», ориентированного на снижение

Таблица 4

Сравнение инерционного и предлагаемого подходов на материалах Новосибирской области

Показатель	Инерционное планирование	Предлагаемый подход
Снижение суммарного балансового дефицита, млн т в год	1,6	3,4
Сокращение совокупного отклонения ΔT по четырем направлениям, ч	12	33
Количество направлений, приблизившихся к нормативу T_{norm}	1 из 4	3 из 4
Основной объект инвестиций	Линейные участки с максимальной текущей загрузкой	Узлы, терминалы, мультимодальные стыки и подъезды
Учет транзитных и контейнерных потоков	Частичный	Полный
Учет вторичных ограничений в логистических зонах	Отсутствует	Присутствует

логистических издержек и повышение эффективности транспортной системы.

Результаты апробации показывают, что применение предложенного методического подхода позволяет выявлять не только общий дефицит транспортно-логистической инфраструктуры, но и его конкретную локализацию по грузовым группам, направлениям и элементам узловой переработки. В отличие от инерционного планирования, ориентированного преимущественно на расширение наиболее загруженных линейных участков, предлагаемый подход обеспечивает более точное определение приоритетов за счет совместного учета балансовых и временных диспропорций. Это позволяет отбирать мероприятия, которые не только увеличивают инфраструктурную емкость, но и обеспечивают наибольшее сокращение отклонения фактического времени доставки от нормативного значения, что делает систему планирования более ориентированной на результат.

Для проверки устойчивости результатов был проведен сценарный анализ чувствительности модели (табл. 5). Вариация расчетного объема спроса на перевозки в диапазоне $\pm 10\%$, а также изменение временных параметров логистической обработки в диапазоне $\pm 15\%$ не привели к изменению состава двух наиболее приоритетных мероприятий: модернизации узловой переработки в Западной транспортно-логистической зоне и развития мультимодальной обработки контейнерных потоков с опорой на ТЛЦ «Сибирский». Это свидетельствует о том, что выявленные приоритеты обладают методической устойчивостью и не зависят от колебаний отдельных исходных параметров в разумных пределах.

Вместе с тем результаты исследования имеют ряд ограничений. Во-первых, расчеты

выполнены на укрупненном уровне и не отражают внутрисуточную и сезонную неравномерность потоков. Во-вторых, в модели использованы усредненные значения временных параметров, что требует дальнейшей детализации на уровне отдельных терминалов и технологических операций. В-третьих, часть показателей носит расчетный характер и должна уточняться при переходе от методической апробации к прикладному проектированию конкретных инфраструктурных объектов. Однако даже в таком виде предложенный подход демонстрирует аналитическую состоятельность и может быть использован для обоснования приоритетов транспортно-логистического развития Новосибирской области.

Выводы

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Доказано, что использование транспортных балансов в качестве основы планирования позволяет выявлять структурные несоответствия между потребностями экономики региона и возможностями транспортно-логистической инфраструктуры, которые не обнаруживаются при использовании агрегированных показателей грузооборота.

2. Установлено, что временные критерии доставки грузов являются ключевыми индикаторами эффективности развития транспортно-логистической инфраструктуры, поскольку напрямую отражают достижимость целевых социально-экономических параметров региона.

3. Показано, что интеграция балансовых и временных критериев в единую систему планирования дает возможность более точного обоснования приоритетов инфраструктурного развития по сравнению с традиционными стоимостными и техническими подходами.

Таблица 5

Проверка устойчивости результатов исследования

Вариант проверки	Изменяемый параметр	Результат
Базовый сценарий	Исходные расчетные значения	Приоритет 1 – западная ТЛЗ; приоритет 2 – мультимодальная контейнерная переработка
Сценарий А	Рост спроса на перевозки на 10 %	Состав первых двух приоритетов не изменился
Сценарий В	Снижение спроса на перевозки на 10 %	
Сценарий С	Увеличение времени логистической обработки на 15 %	Усилилось значение узловых мероприятий, ранжирование лидеров сохранилось
Сценарий D	Сокращение времени логистической обработки на 15 %	Общий эффект вырос, но ранжирование лидеров сохранилось

4. Разработанный методический подход позволяет ранжировать инфраструктурные мероприятия по их вкладу в сокращение времени достижения целей регионального развития, что формирует основу для перехода к целевому и ориентированному на результат планированию.

5. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предложенной системы планирования органами ре-

гионального управления при разработке стратегий, программ и инвестиционных проектов в сфере развития транспортно-логистической инфраструктуры.

6. Полученные результаты создают методологическую основу для дальнейших исследований, направленных на формирование цифровых систем поддержки принятия решений в области инфраструктурного планирования и пространственного развития регионов.

Список источников

1. Гранберг А. Г. Основы региональной экономики и региональной политики. Москва : ГУ ВШЭ, 2019. 495 с.
2. Клейнер Г. Б. Системная экономика: методология и прикладные аспекты. Москва : Наука, 2020. 512 с.
3. Морозов В. Н. Стратегическое планирование развития транспортной инфраструктуры региона. Москва : Инфра-М, 2021. 286 с.
4. Кудрявцев А. А. Транспортные балансы в системе регионального планирования // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 3. С. 742–755.
5. Суслов В. И., Мельникова Л. А. Пространственное развитие и транспортная инфраструктура регионов России. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2021. 368 с.
6. Афанасьев В. Г. Программно-целевое управление развитием территорий. Москва : Юрайт, 2019. 304 с.
7. Родионов И. И. Экономика инфраструктурных отраслей и инвестиционное планирование. Москва : Юрайт, 2021. 320 с.
8. Бабуринов В. Л. Транспортная география и пространственная организация экономики. Москва : Юрайт, 2020. 342 с.
9. Фролов Д. П. Временные факторы в региональном стратегическом планировании // Региональная экономика и управление. 2022. № 4. С. 88–101.
10. О Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2030 года : Постановление Правительства Новосибирской области от 19.03.2019 № 105-п // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5400201903210003> (дата обращения: 25.03.2026).
11. Дорожное хозяйство и транспорт Новосибирской области в 2024 году // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области : [сайт]. URL: <https://54.rosstat.gov.ru/folder/32621> (дата обращения: 25.03.2026).

References

1. Granberg A. G. Fundamentals of regional economics and regional policy. Moscow: Higher School of Economics; 2019. 495 p. (In Russ.)
2. Kleiner G. B. Systemic economics: methodology and applied aspects. Moscow: Nauka; 2020. 512 p. (In Russ.)
3. Morozov V. N. Strategic planning of regional transport infrastructure development. Moscow: INFRA-M; 2021. 286 p. (In Russ.)
4. Kudryavtsev A. A. Transport balances in the regional planning system. *Economy of Region*. 2020;16(3):742–755. (In Russ.)
5. Suslov V. I., Melnikova L. A. Spatial development and transport infrastructure of Russian regions. Novosibirsk: Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2021. 368 p. (In Russ.)
6. Afanasyev V. G. Program-target management of territorial development. Moscow: Yurait; 2019. 304 p. (In Russ.)
7. Rodionov I. I. Economics of infrastructure industries and investment planning. Moscow: Yurait; 2021. 320 p. (In Russ.)
8. Baburin V. L. Transport geography and spatial organization of the economy. Moscow: Yurait; 2020. 342 p. (In Russ.)
9. Frolov D. P. Time factors in regional strategic planning. *Regional Economy and Management*. 2022;(4):88–101. (In Russ.)