



Методы принятия решений в транспортной политике: многокритериальный подход



Артур КАРЛОВ

Артур Владимирович Карлов

Российский университет транспорта, Москва, Россия.

✉ info@rut-miit.ru

РИНЦ: 1409-3481, ORCID: 0000-0001-7147-8501.

АННОТАЦИЯ

Транспортная политика включает в себя различные аспекты государственного регулирования работы транспорта и смежных отраслей экономики. При принятии решений в транспортной политике необходимо учитывать широкий спектр факторов и проводить оценку вариантов последствий от тех или иных решений на основе различных критериев, таких как стоимость, воздействие на окружающую среду и социальные эффекты. Двумя широко используемыми инструментами принятия решений в транспортной политике являются многокритериальный анализ решений (MCDA) и анализ затрат и выгод (CBA).

Целью данного исследования является отбор таких методов поддержки принятия решений в транспортной политике, которые позволяли бы учитывать не только монетарные и трудноформализуемые аспекты.

В рамках исследования в качестве практического эксперимента проведён отбор и ранжирование проектов, рассматриваемых в настоящее время в качестве перспективных, на предмет соответствия заданной цели с использованием метода анализа иерархий Т. Саати. Предложен ряд разработанных в рамках исследования критериев для цели прикладной оценки пула проектов и их приоритизации.

На примере данных критериев и метода анализа иерархий разработан новый прикладной инструментарий оценки проектов для последующего использования в системе государственного управления транспортной отраслью. Исследование приводит к выводу, что хотя методы CBA и MCDA имеют свои сильные и слабые стороны, выбор метода должен зависеть от конкретного контекста проекта.

Ключевые слова: транспортная политика, экономика транспорта, методы принятия решений, многокритериальный анализ решений (MCDA), анализ затрат и выгод (CBA), выбор проектов.

Для цитирования: Карлов А. В. Методы принятия решений в транспортной политике: многокритериальный подход // Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 1 (104). С. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-1-4>.

**Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the article in English is published in the second part of the issue.**

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью транспортной политики является обеспечение безопасности, эффективности, доступности и устойчивости транспортных систем, а также содействие экономическому росту, охране окружающей среды и социальной справедливости.

Принятие решений в области транспортной политики предполагает сопоставление выгод от проекта с соответствующими затратами, рисками и воздействием на окружающую среду. Существуют различные инструменты для принятия решений, чтобы помочь политикам в принятии обоснованных решений: ключевые из них – это методы анализа затрат и выгод (Cost-Benefit Analysis, АЗВ) и многокритериальный анализ (MCDA).

Существуют различные системы оценки проектов транспортной инфраструктуры, однако в большинстве стран мира в той или иной степени проводится традиционный анализ затрат и выгод (АЗВ) [1–3].

Это наиболее распространённая методология, применяемая до настоящего времени для оценки транспортных систем. Методология АЗВ применяется на базе специфических моделей и предоставляет лицам, принимающим решения, денежную оценку осуществимости проекта. Социально-экономический анализ в этом отношении является дальнейшим развитием традиционного АЗВ, являющегося денежным выражением социальных эффектов («выгод») путём перевода социальных целей в финансовые показатели выгод [4].

В последние годы в научной литературе и в государственных регулирующих документах западных стран всё чаще приводятся выводы о том, что помимо социальных затрат и выгод, связанных с транспортом, другие воздействия, которые сложнее выразить в монетарных эффектах, должны также влиять на процесс принятия решений. Широко признано, что на принятие решений, касающихся инфраструктурных проектов, часто влияют другие типы воздействий, помимо монетарно оцениваемых [5; 6]. Тем не менее, как правило, стратегические установки не формализованы в процессе оценки, в различных документах лишь предлагается описать отдельные приоритеты и учитывать их в процессе принятия решения.

Данные установки могут быть реализованы в различных формах в общественных

институтах транспортного планирования – соответственно, методологии оценки проектов в различных странах развиваются, чтобы лучше соответствовать данному тренду [7].

По сути АЗВ предоставляет лицам, принимающим решения, денежную оценку прибыльности альтернативных вариантов проекта. Однако лица, принимающие решения, часто сталкиваются с трудностями в поиске правильного баланса между оценками, полученными в результате АЗВ, и оценками, полученными в результате анализа мнений различных заинтересованных сторон в процессе принятия решений [8].

Целью исследования, изложенного в рамках данной работы, является анализ возможности оценки проектов развития в транспортной отрасли через альтернативные АЗВ системы принятия решений.

В качестве *методов* исследования использовались практико-экспериментальный отбор и последующее ранжирование проектов, рассматриваемых в настоящее время в качестве перспективных, на предмет соответствия заданной цели с использованием метода анализа иерархий Т. Саати.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Существует целый ряд альтернативных методов, которые могут быть использованы для оценки выгод и затрат различных транспортных альтернатив. Большинство относятся к методам анализа затрат и выгод (АЗВ) – это метод *экономической* оценки, который сравнивает затраты на проект с его выгодами. С другой стороны, также применяется и многокритериальный анализ решений (MCDA) – это метод, который учитывает множество критериев при принятии решений [9]. Он предполагает оценку и сравнение альтернатив на основе набора заранее определённых критериев.

Альтернативные методы оценки проектов через призму стратегических установок зачастую основаны на многокритериальном (мультикритериальном) анализе решений (MCDA, МКА), который в большинстве случаев может сочетаться с АЗВ. Многие учёные в целом ряде стран и в России уже изучали данный вопрос [10–12], из их трудов можно сделать вывод, что МКА повышает качество решений и вовлечённость лиц, их принимающих, в анализ ситуации.



При этом в рамках сравнения могут применяться оба метода или смешанные методы, например [13; 14]:

1. Анализ стоимости жизненного цикла (LCCA): LCCA – это метод оценки общих затрат и выгод транспортного проекта на протяжении всего его жизненного цикла, от строительства до вывода из эксплуатации. LCCA может дать более полное представление о затратах и выгодах проекта, чем CBA, который обычно рассматривает затраты и выгоды только за относительно короткий период времени.

2. Анализ экономической эффективности (CEA): CEA – это метод оценки затрат и выгод различных альтернатив, основанный на достигнутых результатах, а не на денежной стоимости этих результатов. CEA может быть особенно полезен для оценки транспортных проектов, которые имеют значительные неденежные преимущества, такие как улучшение качества воздуха или уменьшение заторов.

3. Анализ социальных затрат и выгод (SCBA): SCBA – это метод оценки социальных затрат и выгод транспортных проектов. Он может включать как денежное, так и неденежное воздействие, например, влияние на здоровье и благополучие населения, а также влияние на местный бизнес.

При этом в рамках МКА применяется целый ряд методологий [15; 16]:

1. Аналитический иерархический процесс (АИР).

2. Метод упорядочения предпочтений по сходству с идеальным решением (TOPSIS).

3. Элиминация и выбор, выражающий реальность (ELECTRE).

4. Простое аддитивное взвешивание (SAW).

Краткое описание основных методов МКА может быть представлено следующим образом.

1. Метод анализа иерархий (АИР): АИР – это структурированный многокритериальный метод принятия решений, который предполагает разбиение сложного решения на более мелкие части, создание иерархии критериев решения и альтернатив, а затем оценку относительной важности каждого критерия и эффективности каждой альтернативы по отношению к каждому критерию. АИР использует попарные сравнения и математические алгоритмы для расчёта итогового балла для каждой альтернативы.

2. Метод упорядочения предпочтений по сходству с идеальным решением (TOPSIS): TOPSIS – это многокритериальный метод при-

- Чистая приведённая стоимость (NPV).
- Соотношение выгод и затрат (BCR).
- Внутренняя норма доходности (IRR).
- Период окупаемости.

Анализ «затраты–выгоды»



- Анализ стоимости жизненного цикла (LCCA).
- Анализ экономической эффективности (CEA).
- Анализ социальных затрат и выгод (SCBA).

Смешанные методы: АЗВ + Многокритериальный анализ решений



Рис. 1. Основные методы АЗВ и МКА [разработано автором].

нятия решений, который предполагает создание матрицы альтернатив и критериев, а затем определение сходства каждой альтернативы с идеальным решением и расстояния каждой альтернативы до наихудшего решения. TOPSIS использует математическую формулу для расчёта итогового балла для каждой альтернативы на основе её относительного сходства с идеальным решением.

3. Элиминация и выбор, выражающий реальность (ELECTRE): ELECTRE – это многокритериальный метод принятия решений, который предполагает создание набора критериев, а затем сравнение каждой альтернативы с каждым критерием. ELECTRE использует математические алгоритмы для создания рейтинга альтернатив на основе их соответствия критериям. ELECTRE также позволяет лицам, принимающим решения, устанавливать пороговые значения для каждого критерия, поэтому альтернативы, которые оказываются ниже порогового значения, исключаются из рассмотрения.

4. Простое аддитивное взвешивание (SAW): SAW – это многокритериальный метод принятия решений, который предполагает присвоение весов каждому критерию, а затем оценку каждой альтернативы по каждому критерию. SAW рассчитывает итоговый балл для каждой альтернативы путём умножения оценки каждого критерия на его вес и суммирования результатов. SAW прост в использовании и понимании, но может быть чувствителен к изменениям в весовых коэффициентах критериев.

Каждый из этих альтернативных методов имеет свои сильные и слабые стороны, и наиболее подходящий метод будет зависеть от конкретной проблемы принятия решения, имеющихся данных и информации, а также целей и задач транспортной политики. Используя комбинацию методов, можно получить более полную и надёжную оценку затрат и выгод различных транспортных альтернатив.

Важно отметить, что методы МКА часто являются более комплексными и позволяют проводить более целостную оценку проектов, в то время как методы оценки затрат и выгоды больше сосредоточены на финансовой целесообразности.

К сожалению, результаты анализа при применении МКА в значительной степени зависят от мнения экспертов и поэтому менее объективны, чем в случае метода анализа затрат и выгоды и анализа эффективности затрат. Алгоритм метода МКА следующий:

1) разрабатываются сценарии достижения целей регулирующего воздействия;

2) отбираются критерии достижения целей и задач регулирования (обязательное условие – критерии должны быть измеряемыми);

3) в зависимости от важности целей регулирования каждому критерию приписывается определённый вес (как правило, от 0 до 1);

4) для каждого сценария проводится оценка по каждому из критериев по определённой балльной шкале (как правило, от 0 до 100 баллов);

5) суммируются баллы по каждому сценарию с учётом весов критериев;

6) выбирается оптимальный сценарий.

На всех этапах МКА, особенно на третьем и четвёртом, к анализу активно привлекается экспертная группа, участники которой обладают достаточной квалификацией и опытом в сфере регулирования. Несмотря на некоторый субъективизм результатов МКА, данный метод может успешно применяться при ограниченном количестве монетизируемых последствий регулирующего воздействия.

Несмотря на то, что в мире существует практика применения МКА для оценки проектов, на сегодняшний день данный процесс не является неотъемлемой частью схемы оценки инфраструктурных проектов. В странах с развитыми институтами оценки АЗВ (например, в Швеции и Дании [17]) методология только изучается на предмет использования в качестве инструмента поддержки принятия решений из-за её зависимости от субъективного качественного вклада [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Модель принятия решений на базе МКА. Теоретическая часть

Для определения приоритетов государственной политики, выражающихся в реализации практических мероприятий, возможно

применять адаптированный метод анализа иерархий (далее – МАИ), который был предложен в конце 1970-х гг. американским математиком Т. Саати [19].

Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и поэтапном установлении приоритетов с использованием парных (попарных) сравнений.

Применение этого метода для формирования рациональных решений в области транспортной политики обусловлено *неформализуемыми принципами государственных приоритетов* в области проектов развития транспорта, технологических платформ и других масштабных элементов, используемых при реализации транспортной политики – например, принципов геополитики, технологического суверенитета и т.д.

Сложности формирования транспортной политики связаны не только с масштабностью решений, но и с многоплановостью последствий их реализации и, как следствие, с несколькими критериями, не все из которых могут иметь количественные значения.

В рамках Транспортной стратегии Российской Федерации¹ и, таким образом, при реализации транспортной политики страны декларируется ряд принципов для развития проектов. Их условно можно сгруппировать следующим образом:

1) развитие инфраструктуры для грузового движения;

2) увеличение мобильности населения;

3) обеспечение технологического суверенитета;

4) соответствие принципам ESG – экологический принцип;

5) повышение доступности удалённых территорий.

Данные принципы и их применимость существенно отличаются от кейсов конкретных проектов, поэтому традиционные методы поддержки принятия решений, как в случае с отдельными инвестиционными проектами [20], не могут быть применены. В рамках настоящего исследования для цели прикладной оценки пула проектов и их приоритизации на базе адаптированной методологии

¹ Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.11.2021 № 3363-р. [Электронный ресурс]: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOOpQhL10nUT91RjCbeR.pdf>. Доступ 05.12.2022.



Критерии приоритизации при оценке пула проектов [разработано автором]

№	Критерий	Описание
1.	Ресурсоёмкость	Потребность в финансовых, кадровых, земельных и иных ресурсах, в т.ч. от смежных отраслей
2.	Монетарное соотношение затраты–выгоды	Результат оценки по методу анализа затрат и выгод (для целей настоящего исследования взято допущение о готовности проведённой оценке)
3.	Вклад в технологический суверенитет	Факторы, вносящие наибольший вклад с точки зрения потенциала развития национальной собственной промышленной базы и интеллектуальных разработок
4.	Геополитические эффекты	Факторы, обеспечивающие учёт как позитивных, так и негативных внешнеполитических воздействий на направление грузопотоков и распределение спроса на транспортные услуги, и при необходимости нивелирование негативных последствий (например, санкций)
5.	Влияние на мобильность населения	Факторы, влияющие на транспортную подвижность населения, его возможность совершать поездки
6.	Экологическое воздействие	Влияние на окружающую среду с учётом географии проекта

Т. Саати дополним существующий и сформируем собственный ряд критериев (табл. 1).

В методе анализа иерархий Томаса Саати элементы одинаковых уровней должны быть сопоставимы друг с другом с точки зрения возможности установления приоритетов. Критерии всех уровней иерархии в методе анализа иерархий должны иметь общую направленность – либо положительную, либо отрицательную.

В зависимости от глобальной цели значимость векторов будет меняться.

Например, если приоритетом является развитие перевозок с дружественными странами, то фокус развития будет смещаться в пользу критерия 4 – геополитических эффектов. При приоритете в социальном аспекте – в пользу критерия 5 – мобильности населения.

Таким образом, для определения конкретных шагов (альтернатив) необходимо предложить методику отбора проектов на уровне принятия решений (без оценки социально-экономических эффектов) в контексте выбора глобальной цели и приоритетов (векторов) её реализации.

Для целей исследования предложим цель «Развитие транспортной системы в интересах независимой экономики и граждан страны» и попробуем определить распределение альтернатив, в пользу которых при такой цели смещается выбор.

Модель принятия решений на базе МКА. Практическая часть

В качестве альтернатив для рассмотрения в качестве примера применения указан-

ного подхода можно взять четыре реальных перспективных мега-проекта (рис. 2)²:

1. Трасса Джубга–Сочи – сложный проект строительства «Южного кластера» протяжённостью 152,5 км включает в себя обходы Сочи, микрорайона Адлер, города Туапсе, поселка Лазаревское. Также предусмотрено сооружение совершенно новой трассы от города Горячий Ключ до села Агой. Стоимость оценивается в свыше 2,4 трлн руб.³

2. Проект железнодорожного сообщения от Дербента (Самур) до порта Бендер-Аббас через территорию Азербайджана и Ирана. Проект предполагает совместное строительство и реконструкцию ширококолейной железной дороги протяжённостью свыше 1,5 тыс. км. Стоимость реализации только части на территории Ирана по отдельным экспертным оценкам может достичь 2 трлн руб.⁴

3. Трасса «Меридиан» – проект строительства автомобильной трассы от границы с Казахстаном до границы с Белоруссией

² Оценка стоимости реализации проектов проведена на базе анализа сообщений в СМИ и является ориентировочной, используется исключительно для иллюстрации принципиальной возможности построения модели.

³ Рыжкова Е. Тупиковый путь к морю. Стоимость трассы Джубга–Сочи оценили в 2,4 трлн рублей // Газета «Коммерсантъ» (Краснодар) № 189 от 15.10.2020. [Электронный ресурс]: <https://www.kommersant.ru/doc/4531055>. Доступ 10.02.2023.

⁴ См., напр., Иран ускоряет строительство транспортного коридора Север–Юг // Железные дороги мира. – 26.04.2022. [Электронный ресурс]: <https://zdmira.com/news/iran-uskoryaet-stroitelstvo-transportnogo-koridora-sever-yug/>; Гайва Е. Во что обойдется логистический коридор «Север–Юг» // Российская газета. – 22.11.2022. [Электронный ресурс]: <https://rg.ru/2022/11/22/persidskiemotivny.html>. Доступ 10.02.2023.

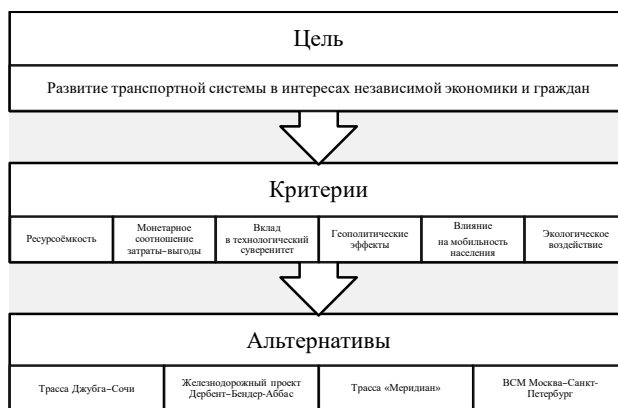


Рис. 2. Логика модели принятия решений на конкретных примерах [разработано автором].

для организации нового маршрута транзита из Азии в Европу. Стоимость превышает 0,6 трлн руб.⁵

4. Проект строительства высокоскоростной магистрали Москва–Санкт-Петербург. Стоимость проекта – свыше 2 трлн руб.⁶

Чтобы установить приоритеты критериев, получить оценки для альтернативных решений, строятся матрицы парных сравнений $A = \| a_{ij} \|$. Элемент a_{ij} матрицы парных сравнений является результатом измерения по фундаментальной шкале степени предпочтительности альтернативы A_i по отношению к альтернативе A_j .

Шкала критериев представляет собой числовой ряд от 1 до 9 с тремя основными точками:

- 1 – равноценность...;
- 5 – сильное превосходство...;
- 9 – высшее превосходство.

Промежуточные числа 2–4, 6–8 используются для уточнения внутри шкалы.

С помощью матрицы попарных сравнений экспертным методом определены веса критериев на базе имеющихся данных о рассматриваемых проектах, включая их стоимость (табл. 2).

Ключевым критерием метод экспертной оценки в рамках заданной цели показал критерий геополитики.

С учётом заданных весов по итогам оценки сформирован весь ряд альтернатив (табл. 3).

По критерию «ресурсоёмкость» лучший проект: трасса «Меридиан» за счёт низкой по сравнению с остальными проектами стоимости реализации.

По критерию «Монетарное соотношение затраты–выгоды» лучший проект: ВСМ Москва–Санкт-Петербург, так как он предполагает высокий уровень социально-экономических выгод за счёт агломерационных эффектов [21].

По критерию «Вклад в технологический суверенитет» лучший проект: ВСМ Москва–Санкт-Петербург, так как он предполагает строительство высокоскоростного подвижного состава и локализацию производства в Российской Федерации.

По критерию «Геополитические эффекты» лучший проект: железная дорога Дербент–Бендер–Аббас, так как он обеспечивает открытие нового железнодорожного коридора до Персидского залива, обеспечивающего бесшовную перевозку российских

Таблица 2

Результат попарных сравнений и взвешивания критериев [разработано автором]

Критерий	Приоритет
Ресурсоёмкость	0,0401
Монетарное соотношение затраты-выгоды	0,1520
Вклад в технологический суверенитет	0,2497
Геополитические эффекты	0,4186
Влияние на мобильность населения	0,0841
Экологическое воздействие	0,0554

⁵ Фёдорова Н., Кореняко А., Демченко Н. Трассу «Меридиан» за \$600 млрд из Китая в Европу направят к Каспию // РБК от 16.06.2022. [Электронный ресурс]: <https://www.rbc.ru/business/16/06/2022/62ab0a869a7947294b7ca718>. Доступ 10.02.2023.

⁶ Бойко А., Волобуев А., Гринкевич Д. Власти откажутся от финансирования ВСМ Москва–Санкт-Петербург из ФНБ. Проект вновь откладывается в долгий ящик // Ведомости от 24.03.2022. [Электронный ресурс]: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2022/03/24/915136-vlasti-finansirovaniya-vsm-moskva>. Доступ 10.02.2023.



Результат попарных сравнений и взвешивания проектов [разработано автором]

Приоритет	Ресурсоёмкость	Монетарное соотношение затраты–выгоды	Вклад в технологический суверенитет	Геополитические эффекты	Влияние на мобильность населения	Экологическое воздействие
Трасса Джубга–Сочи	0,0578	0,2779	0,1275	0,0570	0,2304	0,0474
Железнодорожный проект Дербент–Бендер–Аббас	0,1359	0,0861	0,0997	0,7339	0,0308	0,2335
Трасса «Меридиан»	0,6850	0,1099	0,0684	0,1571	0,1358	0,1043
ВСМ Москва–Санкт-Петербург	0,1213	0,5261	0,7044	0,0521	0,6030	0,6147

грузов и импорт необходимых товаров в Российскую Федерацию.

По критерию «Влияние на мобильность населения» лучший проект: ВСМ Москва–Санкт-Петербург, т.к. он существенно влияет на мобильность двух крупнейших агломераций страны с общим количеством жителей свыше 23 млн человек.

По критерию «Экологическое воздействие» лучший проект: ВСМ Москва–Санкт-Петербург, т.к. он позволяет переключить большее количество населения на более экологически чистую, по сравнению с автомобильным и воздушным транспортом, железную дорогу.

Итоговый результат матриц попарных сравнений представлен в табл. 4.

Наилучшей альтернативой в рамках декларируемой цели стал проект ВСМ Москва–Санкт-Петербург, при этом разрыв с проектом строительства железной дороги до Персидского залива минимален.

Оба проекта наилучшим образом соответствуют двуединой цели «Развитие транспортной системы в интересах независимой экономики и граждан страны»: проект ВСМ – в части обеспечения технологического суверенитета, экологии и повышения мобильности граждан, проект железной дороги до Персидского залива – в части обеспечения геополитических долгосрочных задач.

При уточнении цели – например, при смещении веса критериев в сторону исключительно геополитической составляющей, проект железной дороги до Бендер–Аббаса стал бы победителем отбора по представленной модели. И, наоборот, – при росте веса «социальных» показателей при сдвиге приоритетов в пользу повышения качества пассажирских услуг в стране, перевес ВСМ был бы значителен.

ВЫВОДЫ

В рамках исследования рассмотрены различные методы поддержки принятия решений в рамках систем АЗВ и МКА. Проанализирована возможность применения МАИ на конкретном примере.

Через формализацию критериев отбора в рамках декларируемой цели удалось доказать применимость адаптированного метода анализа иерархий для целей определения приоритетов транспортной политики.

Подытоживая сравнение методов оценки проектов, следует отметить, что АЗВ предусматривает строгие процедуры оценки, в то время как методы МКА базируются на экспертной оценке и менее формализованных критериях, что даёт аналитикам при использовании МКА относительно большую степень свободы при проведении оценки.

При этом представляется, что, как и указано в исходной гипотезе исследования, выбор конкретного инструментария оценки проектов должен основываться на специфике того или иного проекта, а также его альтернатив. Очевидно, что во внимание должны приниматься и факторы наличия объективных средств анализа проектов – в том числе таких, как транспортно-экономический баланс [22].

Сочетание различных методов оценки проектов вкупе с чёткой постановкой целей

Таблица 4
Итоговый результат попарных сравнений и взвешивания проектов по МАИ [разработано автором]

Альтернатива	Приоритет
Трасса Джубга–Сочи	0,1223
Железнодорожный проект Дербент–Бендер–Аббас	0,3662
Трасса «Меридиан»	0,1443
ВСМ Москва–Санкт-Петербург	0,3673

и формированием административных процедур для ранжирования перспективных проектов развития транспортной инфраструктуры являются ключевыми факторами повышения качества реализации транспортной политики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Browne, D., Ryan, L. Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies. *Environmental Impact Assessment Review*, 2011, Vol. 31 (3), pp. 226–233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.11.001>.

2. Ледней А. Ю. Методы оценки экономической эффективности инфраструктурных проектов на транспорте // *Экономика железных дорог*. – 2019. – № 9. – С. 14–24. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39554648>. Доступ 10.02.2023.

3. Медведев П. В. Оценка общественной эффективности транспортных инфраструктурных проектов на основе анализа «затраты–выгоды» // *Вестник университета*. – 2015. – № 10. – С. 125–131. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24895593>. Доступ 10.02.2023.

4. Vickerman, R. Beyond cost-benefit analysis: the search for a comprehensive evaluation of transport investment. *Research in Transportation Economics*, 2017, Vol. 63, pp. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.04.003>.

5. Mackie, P., Worsley, T., Eliasson, J. Transport appraisal revisited. *Research in Transportation Economics*, 2014, Vol. 47 (1), pp. 3–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.013>.

6. Barfod, M. B., Salling, K. B. A new composite decision support framework for strategic and sustainable transport appraisals. *Transportation Research. Part A: Policy & Practice*, 2015, Vol. 72, pp. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.12.001>.

7. Barfod, M. B. Supporting sustainable transport appraisals using stakeholder involvement and MCDA. *Transport*, 2018, Vol. 33 (4), pp. 1052–1066. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2018.6596>.

8. Beukers, E., Bertolini, L., te Brömmelstroet, M. Why Cost Benefit Analysis is perceived as a problematic tool for assessment of transport plans: a process perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2021, Vol. 46 (1), pp. 68–78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.09.004>.

9. Macharis, C., Bernardini, A. Reviewing the use of multi-criteria analysis for the evaluation of transport projects: Time for a multi-actor approach. *Transport Policy*, 2015, Vol. 37, pp. 177–186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.11.002>.

10. Nalmpantis, D., Roukouni, A., Genitsaris, E. [et al]. Evaluation of innovative ideas for Public Transport proposed by citizens using Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *European Transport Research Review*, 2019, Vol. 11, art. 22. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0356-6>.

11. Гулакова О. И. Теоретико-методологические основы измерения общественного эффекта инфраструктурных проектов // *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки*. – 2012. – Т. 12. – № 4. – С. 146–157.

[Электронный ресурс]: https://woeam.elpub.ru/jour/article/view/531?locale=en_US. Доступ 10.02.2023.

12. Mardani, A., Jusoh, A., Md. Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., Valipour, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications. – A review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomiska Istrazivanja*, 2015, Vol. 28 (1), pp. 516–571. DOI: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>.

13. Rosik, P., Wójcik, J. Transport Infrastructure and Regional Development: A Survey of Literature on Wider Economic and Spatial Impacts. *Sustainability*, 2023, Vol. 15 (1), 548. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15010548>.

14. Глущенко К. П. Оценка общественной эффективности инвестиционных проектов // *Вестник НГУЭУ*. – 2019. – Вып. 3. – С. 10–27. DOI: <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2019-3-010-027>.

15. Brucker, K. De, Macharis, C., Verbeke, A. Multi-criteria analysis in transport project evaluation: an institutional approach. *European Transport – Trasporti Europei*, 2011, Vol. 47, pp. 3–24. [Электронный ресурс]: https://www.researchgate.net/profile/Cathy-Macharis/publication/227580366_Multi-criteria_analysis_in_transport_project_evaluation_An_institutional_approach/links/0912f5135ff873066400000/Multi-criteria-analysis-in-transport-project-evaluation-An-institutional-approach.pdf. Доступ 10.02.2023.

16. Multi-criteria decision analysis for use in transport decision making. 2 ed. Eds.: Barfod, M. B., Leleur, S. *Compendium/lecture notes, DTU Transport*, 2014. [Электронный ресурс]: <https://orbit.dtu.dk/en/publications/multi-criteria-decision-analysis-for-use-in-transport-decision-making>. Доступ 10.02.2023.

17. Salling, K. B., Barfod, M. B., Ridley Pryn, M., Leleur, S. Flexible decision support for sustainable development: the SUSTAIN framework model. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2018, Vol. 18 (3). DOI: <https://doi.org/10.18757/ejtir.2018.18.3.3242>.

18. Turskis, Z., Zavadskas, E. K. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview. *Technological and Economic Development of Economy*, 2011, Vol. 2, pp. 397–427. DOI: <https://doi.org/10.3846/20294913.2011.593291>.

19. Saaty, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980, 287 p. Internet Archive: [analytichierarch0000saat](https://www.archive.org/details/analytichierarch0000saat). ISBN 10 0070543712.

20. Ефимова О. В., Хомутов А. С. Критерии эффективности принятия управленческих решений с применением бизнес-симуляции // *Тренды экономического развития транспортного комплекса России: форсайт, прогнозы и стратегии*. – Москва, 21 апреля 2021 года. – М.: Инфра-М, 2021. – С. 301–303. ISBN 978-5-16-017171-5.

21. Романов А. С., Лякина М. А. Механизм образования внешних эффектов от повышения транспортной доступности, обусловленной развитием высокоскоростного железнодорожного сообщения // *Сетевой электронный журнал «Транспортные системы и технологии»*. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 127–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/transysyst202064127-142>.

22. Ефимова О. В., Бабошин Е. Б. Трансформация методологии формирования транспортно-экономического баланса // *Экономика железных дорог*. – М.: Издательство Прометей. – 2022. – № 6. – С. 29–38. [Электронный ресурс]: <https://rucont.ru/efd/746322> [ограниченный доступ].

Информация об авторе:

Карлов Артур Владимирович – младший научный сотрудник Российского университета транспорта, Москва, Россия, info@rut-miit.ru.

Статья поступила в редакцию 10.02.2023, одобрена после рецензирования 13.03.2023, принята к публикации 15.03.2023.

• Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 1 (104). С. 32–39

Карлов А. В. Методы принятия решений в транспортной политике: многокритериальный подход

