

УДК 338.47:656.07
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470
EDN YADZEB

Многокритериальные методы принятия решений в транспортных системах: обзор, применение и тенденции развития

Никифорова С.А., Пятаев М.В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,
Россия, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191
sara-nikiforova@mail.ru, procedure@inbox.ru

Аннотация. В условиях роста сложности транспортных систем и необходимости учитывать экономические, экологические и социальные факторы при принятии решений всё большее распространение получают методы многокритериального принятия решений (ММПР). Особое место среди них занимает метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати, благодаря своей прозрачности и способности структурировать экспертные оценки. В данной статье представлен систематический обзор научных публикаций за период 2010–2025 гг., посвящённых применению ММПР, и в первую очередь МАИ, в задачах транспортной отрасли. Проанализированы ключевые направления использования: оценка инвестиционных проектов, выбор транспортных маршрутов, планирование инфраструктуры, оценка устойчивости. Выявлены доминирующие гибридные подходы (АНР-TOPSIS, Fuzzy АНР), а также методологические ограничения, такие как субъективность суждений и недостаточная интеграция с динамическими моделями. Результаты обзора могут быть полезны исследователям и практикам для обоснованного выбора методов поддержки принятия решений в транспортной сфере.

Ключевые слова: многокритериальное принятие решений (ММПР), метод анализа иерархий (МАИ), транспортные системы, устойчивое развитие транспорта, гибридные методы ММПР, АНР-TOPSIS, транспортная стратегия РФ

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00452, <https://rscf.ru/project/25-28-00452/>.

Для цитирования: Никифорова С.А., Пятаев М.В. 2026. Многокритериальные методы принятия решений в транспортных системах: обзор, применение и тенденции развития. *Экономика. Информатика*, 53(2): 458–470. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470. EDN YADZEB

Multicriteria Decision-Making Methods in Transportation Systems: A Review, Applications, and Development Trends

Sara A. Nikiforova, Maksim V. Pyataev

Siberian Transport University,
191 Dusya Kovalchuk St., Novosibirsk 630049, Russia
sara-nikiforova@mail.ru, procedure@inbox.ru

Abstract. In the context of increasing complexity of transportation systems and the need to consider economic, environmental, and social factors in decision-making, multicriteria decision-making (MCDM) methods are gaining popularity. Among them, the Analytic Hierarchy Process (AHP), introduced by T. Saaty, holds a prominent place due to its transparency and ability to structure expert judgments. This paper presents a systematic review of scientific publications from 2010 to 2025 on the application of MCDM, particularly AHP, in transportation-related problems. Key application areas are analyzed, including investment project

© Никифорова С.А., Пятаев М.В., 2026

evaluation, route selection, infrastructure planning, and sustainability assessment. Dominant hybrid approaches (AHP-TOPSIS, Fuzzy AHP) are identified, along with methodological limitations such as subjectivity of judgments and insufficient integration with dynamic models. The findings of this review can assist researchers and practitioners in making informed choices of decision support methods in the transportation sector.

Keywords: multicriteria decision making (MCDM), Analytic Hierarchy Process (AHP), transportation systems, sustainable transport development, hybrid MCDM methods, hybrid AHP-TOPSIS method, Russian Federation Transport Strategy

Acknowledgements: The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 25-28-00452, <https://rscf.ru/en/project/25-28-00452/>.

For citation: Nikiforova S.A., Pyataev M.V. 2026. Multicriteria Decision-Making Methods in Transportation Systems: A Review, Applications, and Development Trends. *Economics. Information technologies*, 53(2): 458–470 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470. EDN YADZEB

Введение

Создание эффективной и устойчивой транспортной системы является необходимым условием для обеспечения национальной безопасности, экономического роста и социального благополучия. В условиях, когда мировые тренды развития определяются цифровизацией, глобализацией и жёсткими экологическими требованиями, задача становится не тривиальной. Особую актуальность она приобретает в контексте реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2035 года (далее – Стратегия), которая устанавливает цели и задачи, во многом не поддающиеся прямому количественному подсчёту. Стратегия определяет в качестве приоритетов повышение пространственной связанности территорий, рост мобильности населения, увеличение скорости и объёма грузоперевозок, а также цифровую и низкоуглеродную трансформацию отрасли [Транспортная стратегия..., 2021]. Достижение этих целей, декомпозированных в двадцати одной задаче – от развития мультимодальных логистических технологий (задача 9) и цифровизации управления (задача 14) до снижения вредного экологического воздействия (задача 18), – требует принятия управленческих решений на различных уровнях реализации данной стратегии. Эти решения по своей сути являются многокритериальными, так как необходимо удерживать баланс между различными показателями: экономическая эффективность, социальная обеспеченность, экологическая устойчивость, технологическая реализуемость и безопасность. В таких условиях традиционные однокритериальные модели оказываются недостаточными, что обуславливает растущий интерес к методам многокритериального принятия решений (ММПР).

Целью данного систематического обзора является анализ научных публикаций за период с 2010 по 2025 гг., посвящённых применению MCDM в задачах нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры, для выявления доминирующих методов, ключевых областей применения, методологических трендов и формирования рекомендаций для будущих исследований. В связи с данной целью решаются следующие задачи: проведение многоуровневого обзора (PRISMA, Scoping Review, Umbrella Review) научных публикаций (2010–2025 гг.); сравнение методов ММПР с целями и задачами Стратегии; выявление особенности российского вклада и определение перспектив развития применения ММПР в транспортной сфере, включая их интеграцию с цифровыми технологиями.

Научная новизна работы заключается в целенаправленном выделении и анализе трендов адаптации ММПР к решению стратегических задач развития транспортного комплекса России, а также в многоуровневом подходе к анализу предметной области, сочетающем несколько типов обзоров для достижения большей глубины и достоверности выводов.

Объект и методы исследования

В рамках данного исследования методы ММПП классифицируются по принципу их методологической эволюции и способности отвечать вызовам современной транспортной практики. Выделяются четыре последовательных поколения [Осинцев и др., 2023; Чечнев, 2024]: классические методы (AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE) базируются на чётких числовых оценках и позволяют ранжировать альтернативы по заранее заданной иерархии критериев; нечёткие методы (Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS) расширяют классические подходы за счёт аппарата нечёткой логики, что позволяет формализовать лингвистические оценки и работать с неточными или неполными данными; современные методы (MABAC, EDAS, MARCOS, CODAS, WASPAS;) опираются на новые математические принципы – граничную аппроксимацию, отклонение от среднего значения, компромисс на основе референтных альтернатив. Они демонстрируют повышенную устойчивость ранжирования даже при наличии конфликтующих критериев и находят всё большее применение в операционных задачах логистики и выбора поставщиков; гибридные модели (AHP-TOPSIS, Fuzzy AHP-VIKOR, BWM-MARCOS) представляют собой синтез двух и более подходов, направленный на объединение их сильных сторон.

Предложенная классификация служит практическим инструментом для обоснованного выбора подхода под конкретную транспортную задачу, учитывая её тип (стратегический или операционный), доступность данных и степень неопределённости.

Современные научные публикации в области управления логистикой и транспортом всё чаще опираются на систематические обзоры научной литературы, которые обеспечивают высокую степень воспроизводимости, объективности и методологической строгости. В отличие от традиционных нарративных обзоров, систематический обзор предполагает чётко определённую процедуру поиска, отбора и анализа источников, что особенно важно при исследовании междисциплинарных тем, таких как применение методов многокритериального принятия решений (MCDM). Конкретный исследовательский вопрос сформулирован следующим образом: Какие методы MCDM применяются в транспортной сфере, в каких задачах они используются, и какие тенденции можно выявить за период 2010–2025 гг.?

Отбор публикаций осуществлялся в соответствии с заранее установленными критериями. В анализ включались рецензируемые научные статьи, диссертации и главы монографий, опубликованные в период с 2010 по 2025 г., посвящённые применению MCDM в транспортной сфере и содержащие описание методологии (критерии, альтернативы, результаты ранжирования). Исключались теоретические работы без эмпирической базы, публикации по другим отраслям (медицина, энергетика), тезисы конференций без полного текста, а также материалы, не соответствующие временному периоду исследования.

Для обеспечения прозрачности, воспроизводимости и методологической строгости все этапы отбора и анализа литературы были реализованы в соответствии с адаптированным протоколом PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Процедура включала: идентификацию – поиск по заранее сформированным запросам в 6 базах данных; скрининг – отбор по заголовкам и аннотациям с последующим удалением дубликатов; приемлемость (отбор) – полнотекстовая проверка по критериям включения или исключения; кодирование – фиксация параметров каждой публикации (метод, задача, критерии, результаты) [Welcome to the PRISMA, 2020]. Результаты каждого этапа были зафиксированы в PRISMA-диаграмме, демонстрирующей переход от 327 идентифицированных записей к финальному корпусу из 127 публикаций (рис. 1).

Для обеспечения полноты и репрезентативности поиска литературы был задействован комплекс международных и отечественных баз данных: Scopus, Web of Science, eLibrary (РИНЦ), CyberLeninka, DisserCat, Google Scholar, ResearchGate.

Поисковые запросы были составлены отдельно для русскоязычного и англоязычного сегментов с учётом синонимии ключевых понятий. На русском языке использовался запрос: ("МАИ" ИЛИ "многокритериальный анализ") И ("транспорт" ИЛИ "логистика" ИЛИ "ТЛЦ").

На английском языке – ("AHP" OR "MCDM" OR "multi-criteria decision making") AND ("transport" OR "logistics" OR "TLH"), где TLH (Transport and Logistics Hub) – международный аналог русского термина «транспортно-логистический центр (ТЛЦ)».

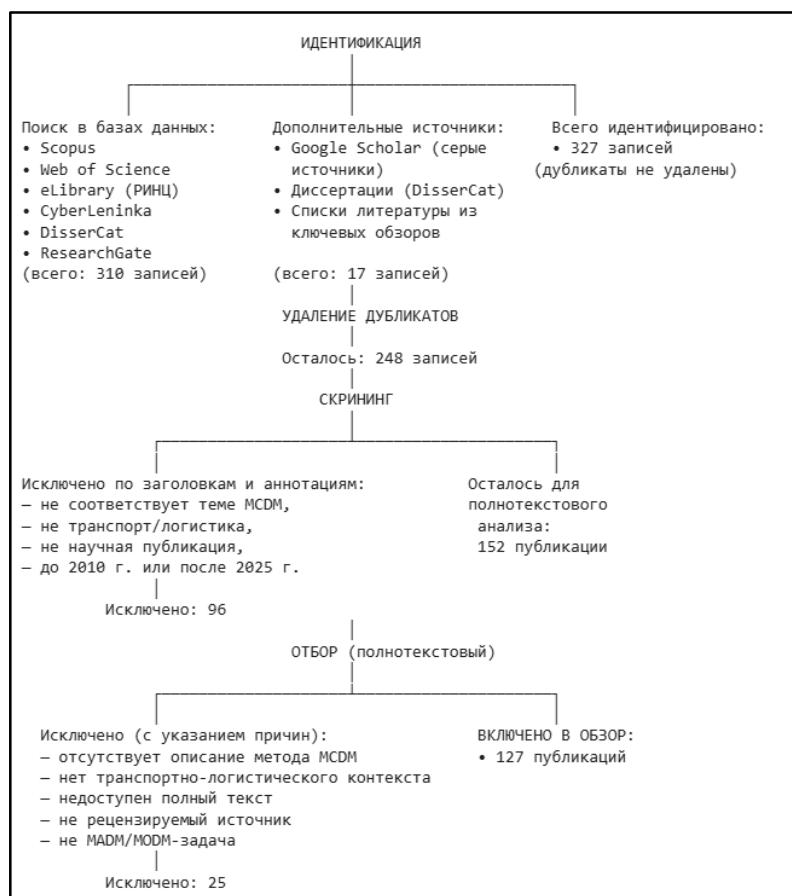


Рис.1. PRISMA-диаграмма
Fig. 1. PRISMA diagram

Примечание: составлено авторами.

Однако для всестороннего охвата научного поля, сформировавшегося вокруг применения MCDM в транспортной сфере, одного систематического обзора недостаточно. Учитывая, что за последние годы было опубликовано значительное число систематических обзоров, возникает необходимость в их критическом синтезе. Кроме того, исследовательское поле продолжает активно расширяться, включая новые направления – от интеграции с искусственным интеллектом до применения в национальных проектах, таких как создание сети транспортно-логистических центров. Авторам представляется обоснованным применение комплексной методологической стратегии, которая включает несколько типов обзоров научной литературы [Раицкая, 2019]. Для сбора и оценки уже существующих системных обзоров следует применить обзор обзоров (Umbrella Review), для определения лаку в научной проблематике – картографический обзор (Scoping Review), а также библиографический анализ – для оценки статистики публикаций.

Результаты и их обсуждение

Методы многокритериального принятия решений (ММПП) в настоящее время все чаще используются для управления транспортными системами. Согласно аналитическим обзорам [Keshavarz-Ghorabae et al., 2023; Moslem et al., 2023; Kumar et al., 2025] интерес к данной тематике демонстрирует устойчивый рост: если в период 2003–2007 гг. ежегодно

публиковалось менее 10 работ по применению ММПР на транспорте, то в 2018–2023 гг. – более 60 статей ежегодно. Эта тенденция отражает глобальный акцент на устойчивую мобильность, «зелёную» логистику и интеллектуальные транспортные системы. Согласно [Moslem et al., 2023], применение ММПР в транспортной сфере сосредоточено в основном в следующих направлениях: городской транспорт (28 %), логистика и цепи поставок (22 %) и инфраструктурное планирование (19 %).

Систематический анализ 127 публикаций (2010–2025 гг.) в транспортной сфере выявил чёткие тенденции в использовании ММПР [Keshavarz-Ghorabae et al., 2023; Moslem et al., 2023; Kumar et al., 2025]. Среди всего многообразия подходов наибольшее распространение получили методы класса MADM (многокритериального принятия решений по множеству атрибутов), ориентированные на выбор из дискретного набора альтернатив. В частности, метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Саати [Саати, 1993], стал базовым инструментом для определения весов критериев при оценке устойчивости транспортных проектов, выборе поставщиков и планировании развития логистических центров [Pamučar et al., 2015; Kumar et al., 2025]. МАИ остаётся наиболее часто применяемым методом (~ 45 % исследований) [Moslem et al., 2023] благодаря своей способности структурировать сложные проблемы, простоте интерпретации и прозрачности экспертных суждений.

Однако анализ литературы [Pamučar et al., 2015] показывает, что «чистый» МАИ всё чаще заменяется гибридными моделями, учитывающими субъективность суждений и неточность данных. Так, все чаще используют такие методы, как MABAC [Stević et al., 2020] и EDAS [Keshavarz-Ghorabae et al., 2015; Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]. Они становятся популярными, потому что даже при наличии конфликтующих критериев дают стабильные результаты.

Несмотря на то, что методы ММПР применяются часто, их использование сталкивается с рядом проблем. До настоящего времени недостаточно проработаны вопросы комплексной поддержки принятия решений. В работе [Zhang, et al., 2025] авторы предлагают объединить классические методы ММПР с инструментами машинного обучения.

Адаптации классических и гибридных подходов к условиям российской инфраструктуры и задачам устойчивого развития российской экономики уделяется особое внимание отечественными учеными. Один из главных экспертов в этой области – доктор технических наук Осинцев Н.А. В работе [Осинцев и др., 2020] ученый совместно с коллегами предлагает комбинированный метод Fuzzy AHP-TOPSIS для ранжирования инструментов «зеленой» логистики. В своей докторской диссертации [Осинцев, 2023] автор развивает методологию устойчивого развития грузопотоков с применением ММПР. Он подчеркивает, что при построении системы критериев нужно учитывать региональные особенности – то, что работает в одном регионе, может не подойти для другого.

Значительный вклад в исследование применения ММПР на транспорте вносят и другие российские ученые. Например, в работе [Карлов, 2023] автор рассматривает ММПР как инструмент для формирования транспортной политики, а исследователь [Белых, 2024] в кандидатской диссертации анализирует модели решения транспортных задач в условиях неопределённости, предлагая интеграцию ММПР с методами теории нечётких множеств и интервального анализа.

Кроме того, в работах [Чечнев, 2024; Ехлаков, 2025] проводится системная классификация методов ММПР, где особое внимание уделено их применимости в инженерно-транспортных задачах, также исследуются возможности метода TOPSIS и его модификаций для оценки сетевых структур в логистике.

Сравнительный анализ российских и зарубежных исследований показывает, что отечественные авторы чаще фокусируются на: практической адаптации методов к российским условиям (например, учёт сезонности, транспортной монополии, нормативных ограничений); интеграции ММПР в государственные проекты, такие как создание опорной сети ТЛЦ; развитии гибридных подходов, сочетающих классические методы (МАИ, TOPSIS) с нечёткой логикой и экспертными системами (рис. 2).



Рис. 2. Российские исследования в области внедрения ММНР
Fig. 2. Russian research in the field of implementation of MCDM

Примечание: составлено авторами.

Картографический обзор (Scoping Review) помог структурировать быстро развивающуюся область применения ММНР, визуализировать основные направления исследований. На основе анализа 127 публикаций за 2010–2025 гг. была построена карта применения MCDM, которая выявила шесть ключевых направлений: оценка транспортных проектов, маршрутизация, выбор партнёров, устойчивая логистика, оценка безопасности и интеллектуальные транспортные системы (ИТС) (рис. 3).

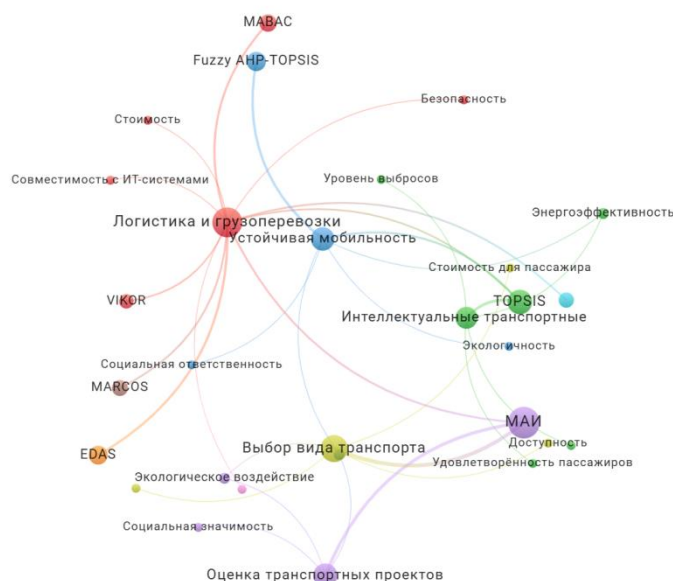


Рис. 3. Библиометрическая карта, визуализирующая связи между методами ММНР и областями их применения

Fig. 3. Bibliometric map visualizing the links between MCDM methods and their application areas

Примечание: составлено авторами.

Как отмечают исследователи [Осинцев, 2021; Карлов, 2023; Осинцев, 2023; Белых, 2024], в транспортной отрасли именно методы многокритериального принятия решений становятся доминирующим инструментом поддержки стратегических решений. Согласно анализу источников [Осинцев, 2021; Карлов, 2023; Осинцев, 2023; Белых, 2024] можно выделить следующие области применения ММНР на транспорте (табл. 1), наглядно представленные на (рис. 4):

Таблица 1
 Table 1

Области применения ММПР на транспорте
 Areas of application of MCDM in transport

Области применения	Примеры задач	Количество публикаций
Оценка транспортных проектов	Сравнение альтернатив строительства мостов, тоннелей, ж.-д. линий	24
Выбор вида транспорта	Метро/автобус / велосипед/ каршеринг	36
Логистика и грузоперевозки	Выбор подрядчиков, оценка интермодальных технологий	28
Устойчивая мобильность	Оценка «зелёных» технологий, электромобилей, альтернативных видов топлива	13
Интеллектуальные транспортные системы	Управление трафиком, выбор сценариев внедрения ИТС	16
Оценка безопасности	Многокритериальная оценка маршрутов по безопасности	10

Примечание: составлено авторами.

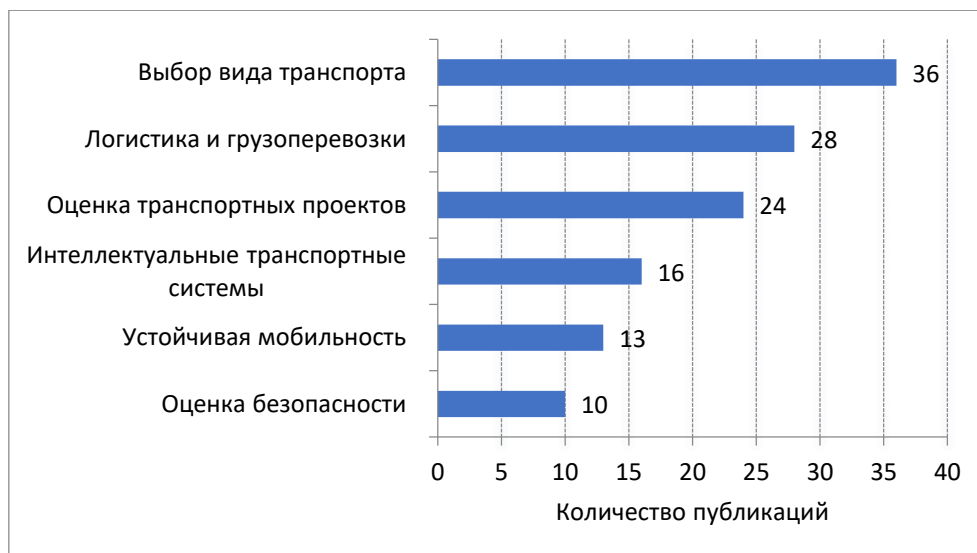


Рис. 4. Распределение публикаций транспортной тематики по областям применения ММПР
 Fig. 4. Distribution of publications on transportation issues by areas of MDCM application

Примечание: составлено авторами.

Обзор обзоров (Umbrella Review) позволил синтезировать данные из нескольких систематических обзоров, критически оценить их качество и выявить устойчивые выводы, общие для разных исследований. В результате были подтверждены ключевые тенденции: переход от классических методов (АИП, TOPSIS) к гибридным и нечётким моделям, рост значимости учёта неопределённости и субъективности экспертов.

Как показывает анализ литературы [Pamućar et al., 2015; Осинцев, 2021; Осинцев, 2023], чистый МАИ всё чаще заменяется гибридными моделями, учитывающими субъективность экспертных оценок и нечёткость данных. Так, Fuzzy АНР применяется при оценке «зелёных» стандартов в логистике складирования [Осинцев, 2023], а АНР-TOPSIS – для выбора оптимальных маршрутов доставки и логистических партнёров [Латыпова, 2018]. Кроме того, активно используются современные методы, такие как МАВАС [Stević et al., 2020], EDAS [Keshavarz-Ghorabae et al., 2015], которые демонстрируют высокую устойчивость ранжирования даже при наличии конфликтующих критериев. Результаты сравнительного анализа приведены в (табл. 2) и отображены на (рис. 5).

Таблица 2
Table 2

Сравнение методов ММПП в транспортных исследованиях
Comparison of MCDM methods in transportation research

Методы	Раскрытие аббревиатуры	Принципы работы	Преимущества	Ограничения	Количество публикаций	Источники
АНР	Analytic Hierarchy Process	Парные сравнения, иерархия	Простота, гибкость, прозрачность	Требует проверки согласованности (Индекс согласованности $< 0,1$)	57	[Осинцев, 2021; Moslem et al., 2023]
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution	Расстояние до идеального и антиидеального решения	Устойчивость, простота расчётов	Чувствителен к нормализации	35	[Kumar et al., 2025]
VIKOR	VišeKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Rešenje (серб.)	Компромиссное решение при конфликте критериев	Учёт группового консенсуса	Не всегда однозначен выбор параметра v (вес стратегии максимизации групповой полезности)	18	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation area Comparison	Граничная аппроксимация	Устойчив к шуму, учитывает компромиссы	Сложность интерпретации	9	[Pamučar et al., 2015; Kumar et al., 2025]
EDAS	Evaluation based on Distance from Average Solution	Отклонение от среднего значения	Не требует идеального решения	Менее известен	12	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2015]
MARCOS	Measurement Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution	Компромиссное решение на основе референтных альтернатив	Высокая корреляция с другими методами	Новизна, ограниченная ПО	7	[Stević et al., 2020; Kumar et al., 2025]
Fuzzy ANP/TOPSIS	Fuzzy Analytic Hierarchy Process / Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution	Нечёткие множества + классические методы	Учёт неопределённости и лингвистических оценок	Сложность вычислений	26	[Осинцев и др., 2020; Zhang, et al., 2025]

Примечание: составлено авторами.

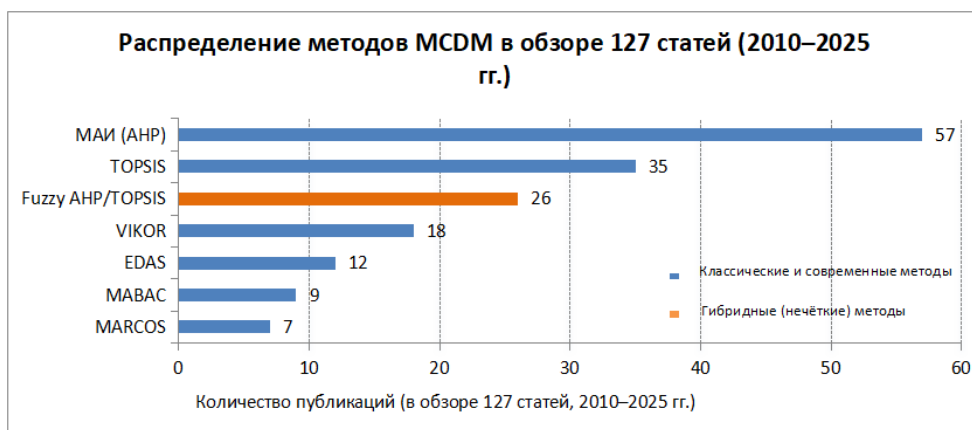


Рис. 5. Популярность методов ММПП в исследованиях по транспортной проблематике
Fig. 5. Popularity of MCDM methods in research on transportation issues

Примечание: составлено авторами.

После обобщения характеристик и сравнительного анализа наиболее востребованных методов ММПП в транспортных исследованиях (см. табл. 2) логичным шагом является демонстрация их практической реализации. Чтобы показать, как теоретические подходы применяются для решения реальных задач, ниже представлена подборка конкретных примеров из рассматриваемых источников. В (табл. 3) сведены типовые проекты, использованные методы, ключевые критерии оценки и соответствующие источники, что позволяет проследить связь между методологией и практическим контекстом.

Таблица 3
Table 3

Примеры применения ММПП в задачах нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры
Examples of the application of MCDM in the transport logistics sector

Проекты	Методы ММПП	Критерии оценки	Источники
1	2	3	4
Выбор оптимального поставщика в логистике снабжения	MARCOS	– стоимость – качество – надёжность поставок – соответствие стандартам – сроки доставки	[Stević et al., 2020]
Оценка «зелёных» инструментов логистики (склады, упаковка)	Fuzzy AHP-TOPSIS	– экологичность – экономическая эффективность – социальная ответственность – энергоэффективность	[Осинцев и др., 2020]
Выбор транспортно-складских ресурсов в логистическом центре	MABAC	– стоимость эксплуатации – производительность – безопасность – гибкость – совместимость с ИТ-системами	[Pamučar et al., 2015]
Повышение безопасности маршрутов доставки опасных грузов	Fuzzy AHP	– уровень аварийности – плотность населения – состояние дорог – метеоусловия – расстояние до аварийных служб	[Zhang, et al., 2025]

Окончание табл. 3
End of Table 3

1	2	3	4
Выбор приоритетного вида городского транспорта (метро, автобус, каршеринг)	АНР	– время в пути – стоимость для пассажира – пропускная способность – экологическое воздействие	[Moslem et al., 2023]
Оценка устойчивости городской транспортной системы	TOPSIS	– уровень выбросов – энергоэффективность – покрытие сети – удовлетворённость пассажиров – инвестиционная привлекательность	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]
Выбор интермодального решения для международных грузоперевозок	АНР-VIKOR (гибрид)	– общая стоимость – время доставки – надёжность – углеродный след – гибкость маршрута	[Kumar et al., 2025]

Примечание: разработано авторами на основе систематизации данных указанных в таблице исследований.

Представленные в (табл. 3) примеры практического применения методов ММПП наглядно демонстрируют, насколько тесно теоретические подходы интегрированы в решение реальных задач нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры. На (рис. 6) представлена диаграмма, иллюстрирующая результаты кластерного анализа критериев оценки в транспортных ММПП-исследованиях. Доминирующим является кластер операционно-экономической эффективности (100 %), в то время как социальные и технологические аспекты присутствуют в 57 % задач, что указывает на необходимость их более системного учёта при постановке новых исследований.

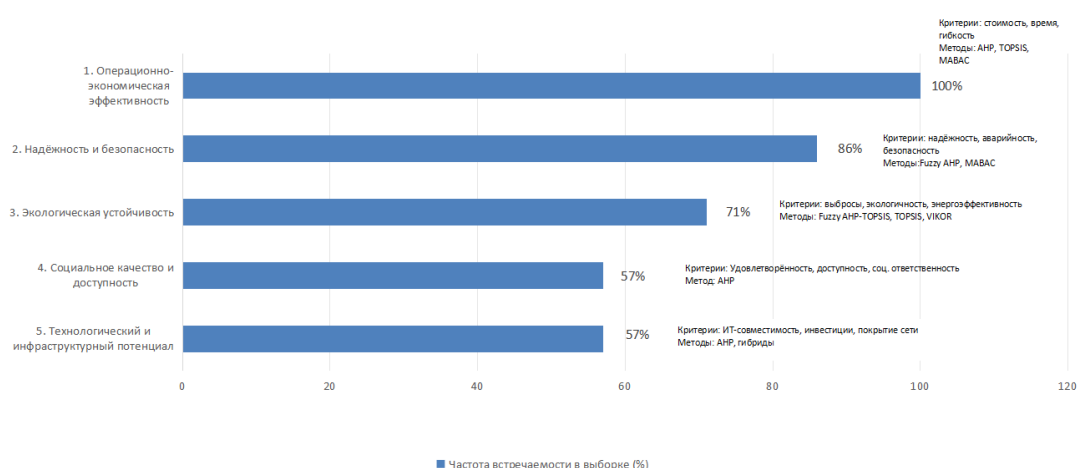


Рис. 6. Кластерный анализ критериев оценки в транспортных ММПП-исследованиях
Fig. 6. Cluster analysis of evaluation criteria in MCDM studies of transportation

Примечание: составлено авторами.

В контексте реализации Транспортной стратегии РФ особую остроту приобретает пробел в адаптации методов к российской специфике. Хотя работы отечественных исследователей демонстрируют успешную адаптацию гибридных моделей к задачам «зелёной» логистики и учёту региональных особенностей, эти усилия носят фрагментарный характер. Российские исследования слабо представлены в международных базах данных, а

использование современных методов (MABAC, MARCOS) и их интеграция с цифровыми технологиями остаётся недостаточно изученной областью.

Заключение

В результате проведенного систематического обзора научных публикаций за период 2010–2025 гг. удалось комплексно оценить состояние, методологические тенденции и перспективы применения методов многокритериального принятия решений (ММПР) в задачах модернизации объектов транспортной инфраструктуры.

Интерес к использованию методов многокритериального принятия решений (ММПР) растет, в транспортной сфере они становятся все популярнее. Анализ 127 научных статей показал четкую тенденцию: классические методы, особенно метод анализа иерархий (МАИ/АНР) ранее использовали чаще – он встречается в 45 % работ. Однако в последнее время исследователи активно переходят к более сложным подходам: нечетким моделям (Fuzzy TOPSIS, Fuzzy АНР), современным (MABAC, EDAS, MARCOS) и гибридным АНР-TOPSIS, Fuzzy АНР-VIKOR). Эти новые подходы дают более стабильные и надежные результаты, когда приходится работать с субъективными экспертными оценками, неточными данными или когда критерии противоречат друг другу.

В процессе исследования отдельное внимание было уделено работам российских ученых по адаптации методов ММПР к национальным проектам. Российские ученые добились устойчивых результатов в использовании гибридных моделей с нечеткой логикой – их успешно используют, чтобы оценивать «зеленые» технологии, выбирать экологичные решения и делать грузоперевозки более устойчивыми. Но существует ряд проблем: работы отечественных ученых мало представлены в международных базах данных; методы ММПР слабо интегрированы с современными цифровыми технологиями, искусственным интеллектом и машинным обучением.

Авторы видят перспективы дальнейшего исследования в двух основных направлениях. Следует учитывать санкционное давление, изменение логистических цепочек и необходимость перехода на отечественные технологии, поэтому гибридные ММПР модели должны быть адаптированы к нестабильным условиям внешней среды. Также стоит создавать цифровые платформы, которые объединят методы ММПР с технологиями машинного обучения и анализа больших данных.

Список источников

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZlOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).
Welcome to the PRISMA. URL: <https://www.prisma-statement.org/> (дата обращения: 25.12.2025).

Список литературы

- Белых М.А. 2024. Модели и методы решения транспортных задач в условиях неопределённости: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 182 с.
- Ехлаков Р.С. 2025. Метод многокритериальной оценки моделей сетевых структур на основе сходства с идеальным решением: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 167 с.
- Карлов А.В. 2023. Методы принятия решений в транспортной политике: многокритериальный подход. *Мир транспорта*, 21(1(104)): 32–39. – DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-1-4. – EDN AFXSBW.
- Латыпова В.А. 2018. Сравнительный анализ программных средств, реализующих метод анализа иерархий. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*, 6(4):322–346. DOI: 10.26102/2310-6018/2018.23.4.024.
- Осинцев Н.А. 2021. Методологические основы устойчивого развития логистических цепей грузопотоков: дис. ... док. техн. наук. Москва, 2023. 360 с. EDN DNMECF.
- Осинцев Н.А. Мультикритериальные методы принятия решений на транспорте и в логистике. *Транспорт Урала*. 4(71): 3–17. DOI 10.20291/1815-9400-2021-4-3-17. EDN UJONSS.

- Осинцев Н.А., Рахмангулов А.Н., Сладковский А. Ранжирование инструментов «зелёной» логистики комбинированным методом Fuzzy AHP-TOPSIS. *Транспорт Урала*. 2020. 64(1): 3–14. DOI 10.20291/1815-9400-2020-1-3-14. EDN PWCDRX.
- Осинцев Н.А., Цыганов А.В., Рахмангулов А.Н., Багинова В.В. 2023. Мультикритериальное сравнение контейнерных систем с использованием метода DEMATEL. *Мир транспорта*, 21(6(109)): 119–130. DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-6-14. EDN ELJVMA.
- Раицкая Л.К. 2019. Обзор как перспективный вид научной публикации, его типы и характеристики / Л. К. Раицкая, Е. В. Тихонова. *Научный редактор и издатель*, 4 (3-4): 131–139. DOI 10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139. EDN NZINIC.
- Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
- Чечнев В.Б. 2024. Анализ и классификация многокритериальных методов принятия решений. *Онтология проектирования*. 14(4): 607–624. DOI 10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624. EDN QMCAUL.
- Keshavarz-Ghorabae, Mehdi & Amiri, Maghsoud & Zavadskas, Edmundas & Turskis, Zenonas & Antucheviciene, Jurgita. 2023. MCDM approaches for evaluating urban and public transportation systems: a short review of recent studies. *Transport*, 37. DOI 411-425. 10.3846/transport.2022.18376.
- Keshavarz-Ghorabae M. 2015. et al. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*. 26(3): 435–451. DOI: 10.15388/INFORMATICA.2015.57
- Kumar R., & Pamucar D. 2025. A Comprehensive and Systematic Review of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods to Solve Decision-Making Problems: Two Decades from 2004 to 2024. *Spectrum of Decision Making and Applications*, 2(1), 178–197. DOI 10.31181/sdmap21202524
- Moslem S. et al. 2023. Systematic Review of Analytic Hierarchy Process Applications to Solve Transportation Problems From 2003 to 2022. 22 p. DOI 10.1109/ACCESS.2023.3234298
- Pamučar D., Čirović G. 2015. The selection of transport and handling resources in logistics centers using MABAC. *Expert Systems with Applications*. 42(6): 3016–3028.
- Stević Ž. et al. 2020. Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, P. 106231. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106231.
- Zhang X., Chen H., Chen J. et al. 2025. A hybrid machine learning-enhanced MCDM model for transport safety engineering. *Sci Rep*, 15, 36467. DOI: 10.1038/s41598-025-21297-8

References

- Belykh M.A. 2024. Modeli i metody resheniya transportnykh zadach v usloviyakh neopredelyonnosti (Candidate dissertation in Engineering Sciences). Rostov-na-Donu. 182 p. (in Russian)
- Ehlaikov R.S. 2025. Metod mnogokriterial'noy otsenki modeley setevykh struktur na osnove skhodstva s ideal'nym resheniem (Candidate dissertation in Engineering Sciences). Moscow. 167 p. (in Russian)
- Karlov A.V. 2023. Decision-making methods in transport policy: A multicriteria approach. *Mir transporta*, 21(1(104)), 32–39. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-1-4> (in Russian)
- Latypova V.A. 2018. Comparative analysis of software tools implementing the Analytic Hierarchy Process. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 6(4), 322–346. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2018.23.4.024> (in Russian)
- Osintsev N.A. (2023). Metodologicheskie osnovy ustoychivogo razvitiya logisticheskikh tsepey gruzopotokov (Doctoral dissertation in Engineering Sciences). Moscow. 360 p. (in Russian)
- Osintsev N.A. (2021). Multicriteria decision-making methods in transport and logistics. *Transport Urala*, 4(71), 3–17. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2021-4-3-17> (in Russian)
- Osintsev N.A., Rakhmangulov A.N., & Sladkovskiy A. (2020). Ranking green logistics tools using a combined Fuzzy AHP-TOPSIS method. *Transport Urala*, 64(1), 3–14. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2020-1-3-14> (in Russian)
- Osintsev N.A., Tsyganov A.V., Rakhmangulov A.N., & Baginova V.V. 2023. Multicriteria comparison of containerized transport systems using the DEMATEL method. *Mir transporta*, 21(6(109)), 119–130. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-14> (in Russian)
- Raitskaya L.K., & Tikhonova E.V. 2019. Reviews as a promising kind of scholarly publication, its types and characteristics. *Nauchnyy redaktor i izdatel'*, 4(3–4), 131–139. <https://doi.org/10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139> (in Russian)
- Saaty T.L. 1993. Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy. Moscow: Radio i Svyaz'. 278 p. (in Russian)

- Chechnev V.B. 2024. Analysis and classification of multicriteria decision-making methods. *Ontologiya proektirovaniya*, 14(4), 607–624. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624> (in Russian)
- Keshavarz-Ghorabae M., Amiri M., Zavadskas E.K., Turskis Z., & Antucheviciene J. 2023. MCDM approaches for evaluating urban and public transportation systems: a short review of recent studies. *Transport*, 37, 411–425. <https://doi.org/10.3846/transport.2022.18376>
- Keshavarz-Ghorabae M., et al. 2015. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435–451. <https://doi.org/10.15388/INFORMATICA.2015.57>
- Kumar R., & Pamučar D. 2025. A Comprehensive and Systematic Review of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods to Solve Decision-Making Problems: Two Decades from 2004 to 2024. *Spectrum of Decision Making and Applications*, 2(1), 178–197. <https://doi.org/10.31181/sdmap21202524>
- Moslem S., et al. 2023. Systematic Review of Analytic Hierarchy Process Applications to Solve Transportation Problems From 2003 to 2022. *IEEE Access*, 11, 22 p. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3234298>
- Pamučar D., & Ćirović G. 2015. The selection of transport and handling resources in logistics centers using MABAC. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016–3028.
- Stević Ž., et al. 2020. Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Zhang X., Chen H., Chen J., et al. 2025. A hybrid machine learning-enhanced MCDM model for transport safety engineering. *Scientific Reports*, 15, 36467. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21297-8>

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 25.02.2026

Received February 25, 2026

Поступила после рецензирования 11.05.2026

Revised May 11, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Никифорова Сара Александровна, аспирант кафедры «Системный анализ и управление проектами», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Sara A. Nikiforova, Postgraduate Student of the Department of Systems Analysis and Project Management, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

Пятаев Максим Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Системный анализ и управление проектами», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Maksim V. Pyataev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Systems Analysis and Project Management, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia