

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И ВЫБОРА ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПОДХОДА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ*

Алексей Николаевич САВРУКОВ ^{a*}, Николай Тарасович САВРУКОВ ^b

^a доктор экономических наук, главный эксперт, ГБУ «Аналитический центр»,
Москва, Российская Федерация
savrukov_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0739-4287>
SPIN-код: 6334-8890

^b доктор экономических наук, профессор кафедры организации и менеджмента,
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ),
Княгинино, Нижегородская область, Российская Федерация
mikul.savrukov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1688-9006>
SPIN-код: 9434-6625

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 249/2022
Получена 19.05.2022
Получена
в доработанном виде
11.07.2022
Одобрена 25.07.2022
Доступна онлайн
30.08.2022

УДК 338.001.36

JEL: H54, L91, L98,
R41, R58

Ключевые слова:

транспорт,
инфраструктура,
нечеткие множества,
время, транспортные
издержки

Аннотация

Предмет. Совокупность экономических отношений и проблем в пространственном развитии населенных пунктов и субъектов РФ.

Цели. Разработка многокритериального подхода к оценке и выбору проектов развития транспортной инфраструктуры, учитывающего интересы широкого круга субъектов, количественные и качественные критерии на основе нечеткой логики.

Методология. Используются методы экономического анализа, синтеза, сравнения, сопоставления, n -мерное Евклидово расстояние. Теоретическую базу составили труды по проблемам оценки эффективности инвестиционных проектов.

Результаты. Раскрыты внутренние и внешние, прямые и косвенные эффекты, предложена классификация критериев оценки инфраструктурных проектов с учетом социально-экономического и экологического контекста. Представлена методика многокритериальной оценки и выбора проектов развития транспортной инфраструктуры, включающая расчет интегрального показателя, учет количественных и качественных критериев на основе аппарата нечетких множеств, позволяющая провести их ранжирование и определить приоритетный проект для реализации.

Выводы. Разработанный подход может быть применен органами исполнительной власти как инструмент поддержки принятия управленческих решений. Предложенные критерии и методика могут быть использованы при комплексной оценке транспортных проектов и определении их близости к идеальному решению, что позволит повысить эффективность использования бюджетных средств.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00828.

Для цитирования: Савруков А.Н., Савруков Н.Т. Методика оценки и выбора проектов развития транспортной инфраструктуры на основе подхода нечеткой логики // *Финансы и кредит*. — 2022. — Т. 28, № 8. — С. 1692 — 1708.
<https://doi.org/10.24891/fc.28.8.1692>

Введение

Исследование проблем развития транспортной инфраструктуры, ускорения темпов экономического роста и устойчивого развития регионов ввиду большого количества субъектов и переменных требует проведения комплексной оценки эффективности проектов с учетом широкого перечня критериев.

При этом оценка взаимосвязи между транспортной инфраструктурой и социально-экономическим развитием предполагает решение двух ключевых проблем. Во-первых, необходимо оценить взаимосвязь между транспортной инфраструктурой, региональным развитием и пространственными характеристиками, чтобы определить и выбрать релевантные критерии оценки. Во-вторых, необходимо установить методы анализа для выявления и оценки причинно-следственных связей между показателями, а также разработать методику комплексной оценки эффективности и выбора приоритетных инвестиционных проектов.

Оценка экономических выгод в результате расширения транспортной сети обычно проводится в контексте долгосрочного планирования. Таким образом, количественная оценка выгод от реализации проекта транспортной инфраструктуры производится путем учета затрат и их внешних эффектов с учетом социально-экономического и экологического контекста.

Согласно E.A. Vasconcellos¹ оценка выгод реализации транспортных проектов напрямую зависит от размера затрат, а эффекты от них следует оценивать в первую очередь по размеру снижения затрат для общества.

В данной статье авторами раскрыты внутренние и внешние, прямые и косвенные эффекты, а также предложена классификация критериев оценки инфраструктурных проектов на группы: экономические, логистические, социальные и экологические (*табл. 1*). Так, при оценке затрат на поездку следует учитывать изменения времени в пути и эксплуатационных расходов

¹ *Vasconcellos E.A. Inclusion of Social Benefits in Road Transport Planning. Framework for the Inclusion of Social Benefits in Transport Planning: Inception Report. Department for International Development, United Kingdom, 2003, 15 p.*

транспортных средств, что является внутренней выгодой экономических агентов. Основными внешними факторами транспортных проектов, которые необходимо учитывать, являются: загрязнение воздуха и парниковый эффект, уровень шума, количество аварий, дорожные пробки и затраты, связанные с использованием объектов инфраструктуры. Кроме указанных внешних факторов, классифицируемых как основные выгоды при оценке инфраструктурных проектов, целесообразно учитывать вибрации, загрязнение почвы и грунтовых вод, изменения в природе и ландшафте, городской баланс, количество парковок и др.

С экономической точки зрения прямые выгоды транспортных проектов количественно измеряются в снижении затрат субъектов по сравнению с базовым вариантом (без проекта). К прямым эффектам следует также отнести снижение расхода топлива, загрязнения окружающей среды и количества аварий; стоимость эксплуатации автомобилей; затраты на логистику; сокращение времени в пути и сроков доставки грузов и др.

Косвенные эффекты транспортных проектов включают положительные экономические результаты, полученные обществом за счет улучшения транспортной сети, а именно: повышение доступности здравоохранения, образования, государственных учреждений, рост занятости, увеличение стоимости жилья, расширение рынков сбыта, рост ВРП и благосостояния граждан.

Таким образом, социально-экономические цели реализации транспортных проектов обычно связаны с улучшением условий передвижения пассажиров и товаров. При этом финансовая оценка проекта определяет, является ли проект финансово окупаемым (актуальным для инвестиций частного сектора), в то время как в экономической оценке основное внимание уделяется тому, чтобы выявить и обосновать, приносит ли проект чистую выгоду для общества.

По нашему мнению, выбор проектов развития транспортной инфраструктуры является сложной задачей, в которой присутствует несколько групп заинтересованных сторон, от общественности до государственных органов, которые оценивают множество часто противоречивых критериев в неопределенной экономической среде. Другими важными аспектами проблемы являются бюджетные ограничения и конкурирующие интересы различных групп заинтересованных сторон, включая правительство, частных инвесторов, местных и региональных органов исполнительной власти, поставщиков и представителей общественных интересов.

Поэтому проблема принятия решения при выборе инфраструктурных проектов является многокритериальной, когда в ней имеется большое количество критериев, субъектов принятия решений, неопределенность, неточные данные и неполная информация.

Анализ зарубежного опыта выбора транспортных проектов показал, что для поддержки принятия решений по проектам в большинстве случаев используется анализ «затрат и выгод» (CBA) [1, 2], а эффективность инвестиций традиционно оценивается путем расчета чистой приведенной стоимости (*NPV*) и внутренней нормы рентабельности (*IRR*) с учетом прогноза денежных потоков и динамики их изменения в будущем [3].

Вместе с тем используемые в настоящее время подходы к оценке инфраструктурных проектов не принимают во внимание разнонаправленные цели участников инвестиционного процесса (государства, инвесторов, граждан), а комплексный метод учета мнений и предпочтений широкого круга субъектов до настоящего момента в отечественной науке и практике не представлены.

Для решения данной проблемы в работе авторами предложен многокритериальный подход к оценке и выбору проектов развития транспортной инфраструктуры, включающий учет количественных и качественных критериев на основе нечеткой логики, позволяющей провести их ранжирование и определить приоритетный проект для реализации (рис. 1).

Традиционно многокритериальные методы направлены на выявление и оценку множества критериев выбора с учетом существующих альтернатив, они позволяют одновременно оценивать решения, которые направлены на более чем одну цель, для более чем одного критерия. Кроме того, многопараметрические подходы к оценке включают также объективные и субъективные методы оценки.

В предложенной авторами методике оценки инфраструктурных проектов предусмотрено использование как количественных, так и качественных методов. К количественным относятся методы сбора, обобщения и сравнительного анализа экономических показателей проектов и результатов экспертных оценок. Качественными критериями отбора транспортных проектов могут быть соответствие проекта среднесрочным и долгосрочным приоритетам развития, экспертная оценка участниками уровня рисков проекта, влияние проекта на степень удовлетворенности граждан и др. Задачу преобразования качественных результатов экспертных оценок в

соответствии с лингвистической шкалой в количественные показатели авторы предлагают решать с помощью аппарата нечеткой логики, впервые предложенного L. Zadeh [4].

Анализ предыдущих исследований показал, что метод нечеткой логики широко используется учеными для представления эвристических знаний экспертов в конкретной области при оценке проектов [5]. Значительное число приложений аппарата нечетких множеств в настоящее время разработано применительно к управленческим, экономическим, инженерным задачам и широко применяется в кредитном скоринге², оценке качества услуг [6] и инвестиционных проектов [7], формировании параметров контрактов [8] и рисков проектов ГЧП [9].

По нашему мнению, процедура оценки инфраструктурных проектов является многокритериальной и многоуровневой задачей, включающей в себя следующие основные этапы: декомпозицию (иерархию) задач, сравнительную оценку элементов и синтез приоритетов.

Первый этап анализа заключается в постановке цели, формулировании приоритетов, разработке критериев оценки, а также в их комбинации с доступными альтернативами.

На данном этапе необходимо провести сбор и обработку мнений квалифицированных экспертов. В качестве метода оценки представлений экспертов авторами предлагается использовать анкетный опрос, который широко применяется в экономических исследованиях [10–12] и является эффективным инструментом для измерения мнений специалистов-практиков [13]. Для оценки степени согласия или несогласия эксперта с каждым суждением в анкете предлагается использовать психометрическую шкалу от 1 до 10, впервые предложенную R. Likert [14].

В аппарате нечеткой логики показатели описываются лингвистическими терминами, которые могут быть выражены численно нечеткими множествами. При этом функция принадлежности нечетких множеств принимает значения на отрезке $[0; 1]$, что позволяет при отсутствии полной количественной информации (неопределенность) принимать обоснованные управленческие решения. Исходной предпосылкой для использования метода нечеткой логики была гипотеза авторов о том, что если обобщить и обработать индивидуальные оценки экспертов, можно получить коллективное мнение, обладающее достаточной степенью достоверности и

² Волкова Е.С., Гисин В.Б., Соловьев В.И. Методы теории нечетких множеств в кредитном скоринге // *Финансы и кредит*. 2017. Т. 23. № 35. С. 2088–2106.

надежности. Кроме того, используемый в авторском подходе метод нечеткой логики позволяет получить числовые значения качественных переменных и включить их в интегральную оценку инвестиционного проекта.

На втором этапе анализа определяется шкала, связанная с числовыми значениями и матрицей сравнения и проводится сравнение альтернатив и критериев. При этом трансформация значений лингвистических переменных из шкалы оценок [1, 9] в аппарат нечетких множеств предлагается проводить по правилам, представленным в *табл. 2*.

Проблема многокритериального выбора из возможного перечня инфраструктурных проектов представляет собой m альтернатив, $A_1, \dots, A_m$ и n критериев принятия решения $C, \dots, C_n$. При этом каждая из альтернатив оценивается экспертами с учетом n критериев, что позволяет сформировать для каждого инвестиционного проекта матрицу нечеткой логики $X = (x_{ij})$.

В результате матрица нечеткой логики оценок альтернатив размерности $m \times n$ может быть представлена следующим образом:

$$X = [x_{ij}] = \begin{pmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n} \\ x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n} \\ \dots \\ \dots \\ x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

В кратком виде вектор функции принадлежности матрице нечеткой логики X может быть представлен в следующем виде:

$$X = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), \text{ при } x_{in} \in [0, 1] \text{ и } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1. \quad (2)$$

Пусть $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ представляет собой вектор удельных весов критериев оценки при $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Оценка нормализованной матрицы X проводится на основе следующей формулы:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m \text{ и } j=1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

где r_{ij} — нормализованный рейтинг критериев оценки.

На следующем этапе определяется вклад каждого критерия в организационную цель, этот параметр рассчитывается на основе вектора приоритета или вектора собственных значений.

Расчет взвешенной нормализованной матрицы решений $V = (v_{ij})_{mn}$ проводится по формуле:

$$v_{ij} = w_j r_{ij}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m \text{ и } j=1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

где w_j — удельный вес j -го критерия оценки при $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Оценка наилучшего и наихудшего решения (проекта) проводится на основе следующих формул:

$$A^+ = v_1^+, \dots, v_m^+ = (\max_j v_{ij} | j \in S_b) (\min_j v_{ij} | j \in S_c); \quad (5)$$

$$A^- = v_1^-, \dots, v_m^- = (\min_j v_{ij} | j \in S_b) (\max_j v_{ij} | j \in S_c), \quad (6)$$

где S_b и S_c — перечень критериев выгод и стоимости проектов.

Далее необходимо провести ранжирование решений (проектов) по степени близости к идеальному решению. Для оценки расстояния каждой альтернативы от идеального и негативного решения целесообразно использовать n -мерное Евклидово расстояние [15] согласно формулам:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; \quad (7)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

На следующем этапе анализа проводится оценка относительной близости (RC_i) каждой альтернативы к идеальному решению. При этом относительная близость альтернативы A_i от наилучшего решения A^+ определяться по формуле:

$$RC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m. \quad (9)$$

На заключительном этапе анализа проводится ранжирование альтернатив в соответствии с относительной близостью к наилучшему решению. При этом чем больше RC_i , тем предпочтительнее будет альтернатива A_i . Лучшей альтернативой является такая, которая имеет наибольшую относительную близость к идеальному решению.

В рамках методики оценки предусмотрено также ранжирование полученных мер относительной близости (RC_i) и расчет индекса каждого проекта (γ_i) относительно альтернатив по формуле:

$$\gamma_i = \frac{RC_i}{\sum_{i=1}^m RC_i}, \text{ при } i=1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

Преимущества предложенного подхода к выбору инфраструктурных проектов является возможность учета как количественных, так и качественных критериев (лингвистических переменных), включающих экспертные мнения и предпочтения заинтересованных сторон, что расширяет группы лиц, которые могут быть допущены к участию в процедуре принятия решений. Практическое использование многокритериальной модели в рамках процедуры ранжирования и приоритизации проектов предусматривает синтез результатов оценки широкого перечня критериев в интегральный показатель, что позволяет провести комплексную оценку имеющихся альтернатив и повысить качество принимаемых управленческих решений.

Представленная в статье методика выбора проектов развития транспортной инфраструктуры на основе метода нечеткой логики может быть использована органами исполнительной власти в качестве инструмента поддержки принятия управленческих решений в рамках комплексной оценки эффективности национальных и региональных транспортных проектов.

Таблица 1**Предлагаемый перечень критериев оценки инфраструктурных проектов****Table 1****The proposed list of criteria to evaluate infrastructure projects**

Группа	Эффекты	Показатели
Экономические	Коммерческая эффективность	Выручка участника проекта. NPV, IRR, DPP. Операционные издержки. Стоимость перевозки грузов. Доступность новых рынков. Прирост емкости рынков сбыта. Риски реализации проекта
	Бюджетная эффективность	Налоговые льготы (субсидии). Размер и вероятность расходов бюджета по обеспечению минимального дохода инвестора. Индекс бюджетной эффективности. Доходы бюджета (налоговые поступления). ВРП. Создание новых рабочих мест. Спиловер-эффекты. Прирост площади и населения агломерации. Плотность населения, получившего доступ к агломерации
Логистика	Снижение транспортных расходов	Время в пути. Стоимость трансферта и транспортировки. Уровень шума. Количество и протяженность автомобильных пробок
	Повышение транспортной доступности	Количество пассажиров и грузов. Плотность автомобильной (железнодорожной) сети региона. Транспортная доступность. Уровень связанности территорий. Количество и доступность интермодальных хабов. Интенсивность движения транспорта
Социальные	Снижение смертности и неравенства	Количество ДТП. Количество раненных и погибших в ДТП. Индекс Джинни
	Повышение комфорта и благосостояния граждан	Количество парковок на душу населения. Удовлетворенность граждан. Мобильность граждан. Доступность услуг. Стоимость жилья. Уровень занятости. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата. Человеческий капитал
Экологические	Снижение ущерба природе	Доля проекта, реализуемого в рамках экологически защищенной территории. Оценка влияния проекта на ландшафт
	Снижение уровня загрязнения природы	Энергоэффективность. Количество выбросов CO ₂ в атмосферу. Уровень загрязнения почвы и грунтовых вод

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

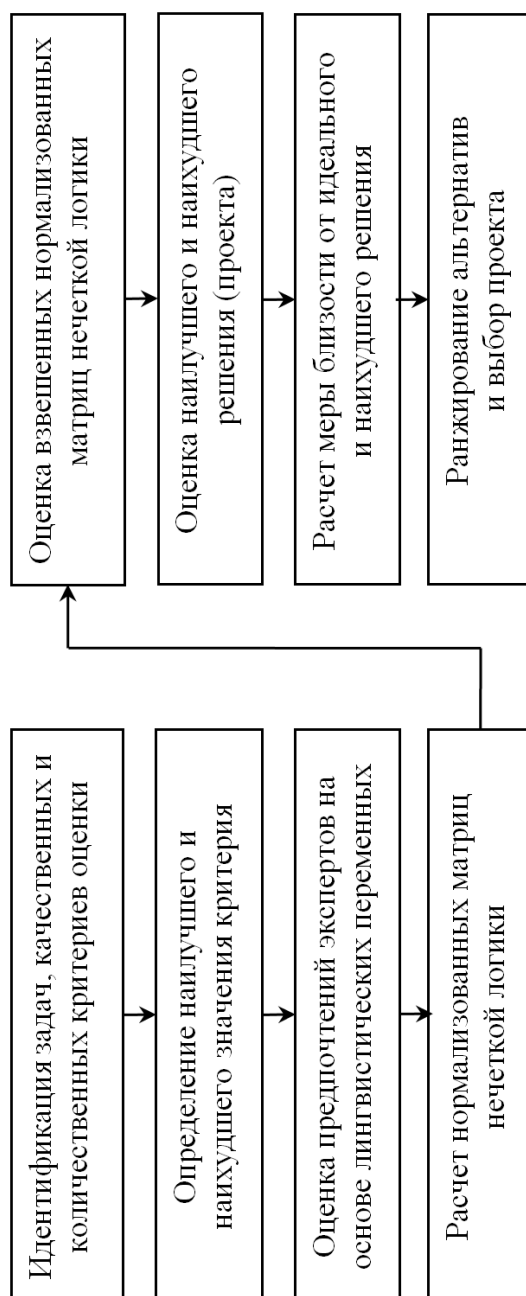
Таблица 2**Правила перевода лингвистических переменных в нечеткие числа****Table 2****Phases of evaluation of infrastructure projects based on the fuzzy logic approach**

Лингвистическая переменная	Нечеткое число
Очень высокий (ОВ)	(0,7; 1,1)
Высокий (В)	(0,5; 0,7; 1)
Умеренный (У)	(0,3; 0,5; 0,7)
Низкий (Н)	(0; 0,3; 0,5)
Очень низкий (ОН)	(0; 0; 0,3)

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 1
Этапы оценки инфраструктурных проектов на основе подхода нечеткой логики

Figure 1
Phases of evaluation of infrastructure projects based on the fuzzy logic approach



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Button K.* Is There Any Economic Justification for High-Speed Railways in the United States? *Journal of Transport Geography*, 2012, vol. 22, pp. 300–302. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.025>
2. *Hall P., Banister D.* The Second Railway Age. *Built Environment*, 1993, vol. 19, no. 3-4, pp. 157–162.
3. *Teng J.-Y., Tzeng G.-H.* A Multiobjective Programming Approach for Selecting Non-Independent Transportation Investment Alternatives. *Transportation Research. Part B: Methodological*, 1996, vol. 30, iss. 4, pp. 291–307. URL: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0191-2615(95)00032-1)
4. *Zadeh L.A.* Fuzzy Sets. *Information and Control*, 1965, vol. 8, iss. 3, pp. 338–353. URL: [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
5. *Tah J.H.M., Carr V.* A Proposal for Construction Project Risk Assessment Using Fuzzy Logic. *Construction Management and Economics*, 2000, vol. 18, iss. 4, pp. 491–500. URL: <https://doi.org/10.1080/01446190050024905>
6. *Гупанова Ю.Е.* Применение инструментария нечеткой логики в оценке качества таможенных услуг // *Экономический анализ: теория и практика*. 2016. Т. 15. Вып. 1. С. 143–158.
URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=67890>
7. *Семенов М.Г., Лесина Т.В.* Оценка эффективности инвестиционных проектов на основе формализма нечеткой логики // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2011. Т. 4. Вып. 29. С. 63–68.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-investitsionnyh-proektov-na-osnove-formalizma-nechetkoy-logiki>
8. *Ростовский Н.С., Смирнов Д.С.* Имитационная нечеткая модель формирования оператором АЭС оптимального портфеля связанных пар контрактов на природный уран и услуги по обогащению урана // *Экономический анализ: теория и практика*. 2016. Т. 15. Вып. 10. С. 140–154. URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=69823>
9. *Савруков А.Н., Савруков Н.Т., Козловская Э.А.* Риски проектов государственно-частного партнерства в России: оценка методами нечеткой логики // *Вопросы экономики*. 2020. № 10. С. 132–143.
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2020-10-132-143>

10. Choi J., Chung J., Lee D.-J. Risk Perception Analysis: Participation in China's Water PPP Market. *International Journal of Project Management*, 2010, vol. 28, iss. 6, pp. 580–592.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.10.010>
11. Cheung E., Chan A.P.C. Risk Factors of Public-Private Partnership Projects in China: Comparison between the Water, Power, and Transportation Sectors. *Journal of Urban Planning and Development*, 2011, vol. 137, iss. 4, pp. 409–415. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000086](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000086)
12. Wibowo A., Mohamed S. Risk Criticality and Allocation in Privatised Water Supply Projects in Indonesia. *International Journal of Project Management*, 2010, vol. 28, iss. 5, pp. 504–513.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.08.003>
13. Spector P.E. Using Self-Report Questionnaires in OB Research: A Comment on the Use of a Controversial Method. *Journal of Organizational Behavior*, 1994, vol. 15, iss. 5, pp. 385–392.
URL: <https://doi.org/10.1002/job.4030150503>
14. Likert R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 1932, vol. 22, no. 140. pp. 5–55.
URL: <https://archive.org/details/likert-1932>
15. Hwang C.-L., Yoon K. Methods for Multiple Attribute Decision Making. In: Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 1981, vol. 186, pp. 58–191. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2071-4688
eISSN 2311-8709

Investing

A METHODOLOGY TO ASSESS AND SELECT TRANSPORT INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT PROJECTS BASED ON THE FUZZY LOGIC APPROACH

Aleksei N. SAVRUKOV^{a,*},
Nikolai T. SAVRUKOV^b

^a State Budgetary Institution – Analytical Center,
Moscow, Russian Federation
savrukov_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0739-4287>

^b Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics (NGIEU),
Knyaginino, Nizhny Novgorod Oblast, Russian Federation
mikul.savrukov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1688-9006>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 249/2022
Received 19 May 2022
Received in revised
form 11 July 2022
Accepted 25 July 2022
Available online
30 August 2022

JEL classification:

H54, L91, L98, R41,
R58

Keywords: transport,
infrastructure, fuzzy
sets, time, transport
costs

Abstract

Subject. This article analyzes the totality of economic relations and problems within the framework of the spatial development of settlements and subjects of the Russian Federation.

Objectives. The article aims to develop a multi-criteria approach to the assessment and selection of transport infrastructure development projects, taking into account the interests of a wide range of subjects, quantitative and qualitative criteria based on the fuzzy logic approach.

Methods. For the study, we used the methods of economic analysis, synthesis, comparison, and n -dimensional Euclidean distance.

Results. The article reveals internal and external, direct and indirect effects and offers a classification of criteria for assessing infrastructure projects, taking into account the socio-economic and environmental context. The article also presents a methodology for multi-criteria assessment and selection of transport infrastructure development projects, including the calculation of an integral indicator, the consideration of quantitative and qualitative criteria based on the apparatus of fuzzy sets, which allows ranking them and determining the most priority project for implementation.

Relevance. The proposed methodological approach to the evaluation of infrastructure projects can be used by executive authorities as a tool to support management decision-making in the framework of a comprehensive assessment of the effectiveness of national and regional transport projects.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Savrukov A.N., Savrukov N.T. A Methodology to Assess and Select Transport Infrastructure Development Projects Based on the Fuzzy Logic Approach. *Finance and Credit*, 2022, vol. 28, iss. 8, pp. 1692–1708.
<https://doi.org/10.24891/fc.28.8.1692>

Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), within the framework of research project № 20-010-00828.

References

1. Button K. Is There Any Economic Justification for High-Speed Railways in the United States? *Journal of Transport Geography*, 2012, vol. 22, pp. 300–302. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.025>
2. Hall P., Banister D. The Second Railway Age. *Built Environment*, 1993, vol. 19, no. 3-4, pp. 157–162.
3. Teng J.-Y., Tzeng G.-H. A Multiobjective Programming Approach for Selecting Non-Independent Transportation Investment Alternatives. *Transportation Research. Part B: Methodological*, 1996, vol. 30, iss. 4, pp. 291–307. URL: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0191-2615(95)00032-1)
4. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 1965, vol. 8, iss. 3, pp. 338–353. URL: [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
5. Tah J.H.M., Carr V. A Proposal for Construction Project Risk Assessment Using Fuzzy Logic. *Construction Management and Economics*, 2000, vol. 18, iss. 4, pp. 491–500. URL: <https://doi.org/10.1080/01446190050024905>
6. Gupanova Yu.E. [The use of fuzzy logic tools to evaluate the quality of customs services]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* = *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2016, vol. 15, iss. 1, pp. 143–158. URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=67890> (In Russ.)
7. Semenenko M.G., Lesina T.V. [Evaluation of the effectiveness of investment projects on the basis of fuzzy logic formalism]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* = *Financial Analytics: Science and Experience*, 2011, vol. 4, iss. 29, pp. 63–68. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-investitsionnyh-proektov-na-osnove-formalizma-nechetkoy-logiki> (In Russ.)
8. Rostovskii N.S., Smirnov D.S. [A simulation fuzzy model for building an optimal portfolio of linked pair of contracts for natural uranium and uranium enrichment services by the NPP operator]. *Ekonomicheskii analiz:*

- teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2016, vol. 15, iss. 10, pp. 140–154.
URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=69823> (In Russ.)
9. Savrukov A.N., Savrukov N.T., Kozlovskaya E.A. [Risk assessment of public-private partnership in Russia based on the fuzzy logic method]. *Voprosy Ekonomiki*, 2020, no. 10, pp. 132–143. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2020-10-132-143>
 10. Choi J., Chung J., Lee D.-J. Risk Perception Analysis: Participation in China's Water PPP Market. *International Journal of Project Management*, 2010, vol. 28, iss. 6, pp. 580–592.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.10.010>
 11. Cheung E., Chan A.P.C. Risk Factors of Public-Private Partnership Projects in China: Comparison between the Water, Power, and Transportation Sectors. *Journal of Urban Planning and Development*, 2011, vol. 137, iss. 4, pp. 409–415.
URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000086](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000086)
 12. Wibowo A., Mohamed S. Risk Criticality and Allocation in Privatised Water Supply Projects in Indonesia. *International Journal of Project Management*, 2010, vol. 28, iss. 5, pp. 504–513.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.08.003>
 13. Spector P.E. Using Self-Report Questionnaires in OB Research: A Comment on the Use of a Controversial Method. *Journal of Organizational Behavior*, 1994, vol. 15, iss. 5, pp. 385–392.
URL: <https://doi.org/10.1002/job.4030150503>
 14. Likert R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 1932, vol. 22, no. 140. pp. 5–55.
URL: <https://archive.org/details/likert-1932>
 15. Hwang C.-L., Yoon K. Methods for Multiple Attribute Decision Making. In: *Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1981, vol. 186, pp. 58–191. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.