

УДК 338.2

© Т. В. Меньшикова, канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: mmbk@yandex.ru

© А. Г. Тутыгин, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.
(Федеральный исследовательский центр
комплексного изучения Арктики им. акад.
Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской
академии наук, г. Архангельск, Россия)
E-mail: andgt64@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2024-21-4-97-106

© T. V. Menshikova, PhD in Sci. Ec., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)
E-mail: mmbk@yandex.ru

© A. G. Tutygin, PhD in Sci. Phys.-Math., leading researcher
(N. P. Laverov Federal Center for Integrated Arctic
Research, Arkhangelsk, Russia)
E-mail: andgt64@yandex.ru

ЭКСПЕРТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРНЫМ ПРОЕКТОМ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГ–МАТОКСА»

AN EXPERT APPROACH TO ASSESSING THE FACTORS OF INFLUENCE ON THE MANAGEMENT OF THE «ST. PETERSBURG–MATOKHA» INFRASTRUCTURE PROJECT

В исследовании на примере планируемого к реализации инфраструктурного проекта линейного объекта «Автомобильная дорога регионального значения «Санкт-Петербург–Матокса» предлагается путем применения ряда экспертно-аналитических процедур оценить факторы, оказывающие существенное влияние на принятие соответствующих управленческих решений. Данные факторы по своему происхождению и содержанию относятся к различным аспектам территориального развития: социальным, экономическим, экологическим, технологическим, геополитическим, а также учитывающим вопросы безопасности. В ходе исследования использовались и последовательно обрабатывались численно-вербальная шкала Харрингтона, шкалы суммарных оценок Лайкерта, метод анализа иерархий Саати и метод энтропийного анализа. На высоком уровне согласованности экспертных суждений выявлены ключевые факторы, которые могут оказать существенное влияние на принятие управленческих решений, связанных с реализацией данного инфраструктурного проекта.

Ключевые слова: инфраструктурный проект, развитие территории, экспертно-аналитические процедуры, оценочные шкалы, метод анализа иерархий, энтропийный анализ.

Using as an example the planned infrastructure project «Linear object of regional significance «Highway of regional significance «St. Petersburg–Matokha», the authors propose by applying a number of expert analytical procedures to assess the factors that have a significant impact on the adoption of appropriate management decisions. These factors, by their origin and content, relate to various aspects of territorial development, such as social, economic, environmental, technological, geopolitical aspects, as well as the ones taking into account security issues. In the course of the study, Harrington's numerical-verbal scale, Likert summative rating scales, Saaty hierarchy analysis method and entropy analysis method were used and processed sequentially. At a high level of consistency of expert judgments, there have been identified key factors that can have a significant impact on management decisions related to the implementation of this infrastructure project.

Keywords: infrastructure project, territory development, expert-analytical procedures, evaluation scales, hierarchy analysis method, entropy analysis.

Введение

Инфраструктурные проекты являются одним из условий устойчивого социально-

экономического развития региона. Как правило, это крупные проекты, характеризующиеся значительными инвестициями,

длительным жизненным циклом, сложными технологиями и перспективным эффектом, поэтому непрофессиональное управление эксплуатацией и техобслуживанием такого проекта может нанести существенный вред не только самому проекту, но и обществу, экономике и окружающей среде [1].

Традиционные исследования управления проектами в основном сосредоточены на показателях затрат, повышении менеджмента качества, организационной эффективности и оценке операционных рисков. Однако инфраструктурные проекты зачастую включают в себя различные типы проектов, неразрывно связанных с поддержкой социально-экономического развития. Такие проекты относят к особой категории социально значимых, поэтому их оценку нецелесообразно проводить с точки зрения экономической эффективности, а рассматривать их необходимо с позиций общественной востребованности [2].

В качестве объекта исследования авторами выбран реальный инфраструктурный проект — линейный объект регионального значения «Автомобильная дорога регионального значения «Санкт-Петербург–Матокса». Обход Мурино в створе Пискаревского проспекта — один из трех больших инфраструктурных проектов, которые возводятся в границах агломерации с Санкт-Петербургом.

Строительство обусловлено необходимостью решения транспортных проблем восточной части Мурино: сократить пробки на Токсовском шоссе и грузовой транзит через жилые кварталы.

Объект реализуется в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги», общая протяженность участка составляет 6,3 км и состоит из двух частей — областной и городской, которые будут смыкаться на мосту через реку Охту. Стоимость строительства оценивается в 7,7 млрд руб., основное финансирование составляют фе-

деральные средства. Изначально проект планировалось реализовать до конца 2025 года, но по последним официальным данным завершить строительство планируют до конца 2026 года¹.

Проект неоднозначный, с одной стороны, строительство дороги способно положительно повлиять на преодоление транспортного коллапса в районе Мурино–Новое Девяткино, с другой стороны, он сложен в реализации.

Методы

Различные подходы к оцениванию эффективности инфраструктурных проектов вызывают закономерный интерес отечественных исследователей [3], однако при этом, на наш взгляд, недостаточно внимания уделяется использованию экспертно-аналитических методов. Вместе с тем их включение в методологию исследования в совокупности с общепринятыми методами разработки, обоснования и принятия управленческих решений предоставляет возможность частичного снятия целого ряда проблем [4]. Особенно это касается системных задач, связанных с комплексными исследованиями и классификацией объектов сложной структуры с большим числом влияющих факторов, высокой степенью неопределенности и недостаточностью информации по целому ряду вопросов [5, 6].

Экспертно-аналитическое моделирование обладает следующими особенностями:

- осуществляется с помощью высококвалифицированных специалистов (экспертов) в условиях неопределенности и неполноты информационного обеспечения;
- эффективно при решении социально-экономических и экологических задач, подготовке инфраструктурных проектов;

¹ Распоряжение Правительства Ленинградской области от 28 февраля 2023 года № 124-р «Об утверждении проекта планировки территории и проекта межевания территории в целях размещения линейного объекта регионального значения «Автомобильная дорога регионального значения «Санкт-Петербург–Матокса».

- подходы основаны на комплексном применении экспертных технологий, методов системного анализа и математического моделирования.

Сложные многомерные системы часто не удается формализовать и описать комплексом количественных моделей, в таких случаях при решении задач многокритериального выбора целесообразно использовать методы экспертных оценок.

Одной из самых популярных экспертных процедур в настоящее время является метод анализа иерархий (МАИ) и его различные модификации и обобщения, например метод аналитических сетей [7]. Применение МАИ сводит исследование даже очень сложных систем к последовательности попарных сравнений. Чтобы установить приоритеты критериев и получить оценки для альтернативных решений, в методе анализа иерархий строятся матрицы парных сравнений.

Одна из проблем, которая может возникнуть при использовании МАИ, — несогласованность экспертных суждений, численно характеризующаяся показателем «отношение согласованности» [8]. Лишь в том случае, если значение отношения согласованности не превышает 10 % (иногда допускается и до 20 %), применение предложенного подхода будет оправданно. Если это условие не выполняется, приходится пересматривать задачу, уточнять экспертные оценки и заново формировать матрицу парных сравнений. Несмотря на несомненные преимущества данного метода, он не является панацеей от всех проблем, связанных с экспертными оценками, и обладает рядом недостатков, которые необходимо учитывать при его использовании [9, 10].

Относительно новым при проведении экспертно-аналитических процедур является подход, основанный на энтропийной весовой оценке факторов (индикаторов), оказывающих наиболее сильное влияние на реализацию проекта, а также показателей,

характеризующих возможные последствия от его реализации. Применение энтропийного подхода позволяет проводить анализ влияния на проект большого количества факторов, не перегружая при этом экспертов, что позволит им сосредоточиться именно на подлежащих оценке содержательных вопросах, а не на чисто технических процедурах.

Основной целью исследования является формирование системы факторов (индикаторов), влияющих на развитие инфраструктурного проекта, и прогнозная оценка эффективности управления проектом в будущем в условиях риска и неопределенности (нечеткости) информации. Опыт таких исследований приведен в работах [11, 12].

С помощью последовательного отбора, учитывающего результаты анализа библиографических источников, консультаций с экспертами в исследуемой области, а также имеющийся опыт авторов, на первом этапе исследования были определены шесть основных групп факторов: социальные, экологические, экономические, технологические, геополитические и факторы безопасности.

К процедуре оценки были привлечены семь высококвалифицированных экспертов, имеющих богатый опыт как практической, так и научной деятельности. Подробная информация об экспертах представлена в табл. 1.

Для определения возможного влияния выделенных групп факторов на состояние и развитие прилегающей территории при реализации проекта «Автомобильная дорога регионального значения «Санкт-Петербург–Матокса» были в альтернативном плане использованы как вербальные оценки, так и расчет весовых коэффициентов на основе применения МАИ.

Кроме того, в задачу каждого эксперта входило проведение попарного сравнения этих же групп факторов, которые могут возникнуть при реализации рассматриваемых

Таблица 1

Сведения об экспертах

Номер эксперта	Возраст, лет	Уровень образования	Область профессиональных интересов	Должность	Опыт работы в отрасли, лет
1	44	Специалитет	Строительство	Главный инженер	22
2	46	Специалитет	Управление строительством	Директор по строительству	26
3	57	Специалитет, кандидат наук	Строительство, консультации	Эксперт	40
4	57	Специалитет	Энергетика	Главный энергетик	35
5	63	Специалитет	Строительство	Генеральный директор	40
6	56	Специалитет	Инженерные системы	Главный инженер	32
7	67	Специалитет, кандидат наук	Строительство, консультации	Доцент	45

мого проекта, относительно силы их влияния на состояние и развитие прилегающей территории. Сравнение факторов следовало проводить путем заполнения обратносимметричной матрицы попарных сравнений, которое осуществлялось по девятибалльной шкале, предложенной Томасом Саати. Эта шкала положена в основу расчета весовых коэффициентов, получаемых в ходе применения МАИ.

Результаты и обсуждение

Результаты обработки по методу анализа иерархий заполненных экспертами матриц сравнения групп факторов представлены в табл. 2.

Наибольшее влияние на реализацию рассматриваемого проекта, по мнению экспертов, оказывают социальные факторы (35,79 %) и экономические (24,27 %).

По заключению экспертов, среднее отношение согласованности при попарных сравнениях по МАИ на первом этапе составило 8,5 % (менее 10 %), что говорит об отсутствии серьезных отклонений в логических суждениях специалистов.

Отметим, что зачастую для повышения качества процедур результаты весового оценивания следует подвергать альтернативной оценке другими методами, как это предложено в работах [13, 14]. В этом случае результаты взвешивания групп факторов по методу анализа иерархий в целом соответствуют вербальным экспертным оценкам по шкале Харрингтона (табл. 3).

На втором этапе исследования предполагалась оценка реализации проекта по 32 факторам, распределенным по шести группам. В связи с большим количеством

Таблица 2

Весовые коэффициенты групп факторов, рассчитанные по МАИ

Группы факторов	Эксперты							Средний вес
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	
A — социальные	0,333733	0,481575	0,431657	0,250197	0,257211	0,382552	0,368571	0,3579
B — экологические	0,126808	0,046891	0,049362	0,090607	0,077195	0,250452	0,142948	0,1120
C — экономические	0,313649	0,092669	0,1164	0,338412	0,380531	0,159428	0,298103	0,2427
D — технологические	0,122428	0,111955	0,12639	0,228499	0,19279	0,100549	0,102282	0,1407
E — безопасности	0,051691	0,085316	0,077856	0,056295	0,054102	0,064033	0,054538	0,0634
F — геополитические	0,051691	0,181594	0,198335	0,03599	0,038171	0,042986	0,033558	0,0832

рассматриваемых и сравниваемых по степени влияния факторов авторами был применен энтропийный подход, что вполне оправданно в условиях внешней информационной недостаточности. Отметим, что авторы, комбинируя метод анализа иерархий с элементами энтропийного анализа, отчасти воспользовались возможностями применения подхода при расчете весовых коэффициентов, уже рассмотренного ими ранее в работе [15].

Для подготовки процедуры энтропийного анализа эксперты должны были указать степень своего согласия или несогласия относительно реализации проекта по шкале суммарных оценок Лайкерта [16]) от «совершенно не согласен» до «полностью согласен» с каждым суждением, представленным в табл. 4.

Расчет энтропийных весов проводился следующим образом:

1. Была построена матрица решений P_{ij} (в таблице для удобства она представлена в транспонированном виде), где $i=1,2,\dots,7$ — номер эксперта, j — номер фактора (индикатора) в соответствующей группе.

2. Для каждого показателя j рассчитана информационная энтропия H_j :

$$H_j = -k \cdot \sum_{i=1}^m f_{ij} \cdot \ln f_{ij}, \quad (1)$$

где $f_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^m P_{ij}}$; $k = \frac{1}{\ln m}$; m — число экспертов.

3. Энтропийный вес индикатора в группе рассчитывался по формуле

$$w_j = \frac{H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j}, \quad (2)$$

где $0 \leq w_j \leq 1$; $\sum_{j=1}^n w_j = 1$; n — количество индикаторов в группе.

При использовании энтропийного подхода так же, как и при применении метода анализа иерархий, не снимается проблема внутренней согласованности экспертной группы. Авторы для этой цели в энтропийном анализе применили коэффициент «альфа Кронбаха» [17], который показывает внутреннюю согласованность характеристик, описывающих один объект.

Коэффициент альфа Кронбаха был рассчитан по семи экспертам как отдельно для каждой группы факторов, так и для всей совокупности 32 факторов в целом по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{m}{m-1} \frac{\sigma_X^2 - \sum_{i=1}^m \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2}, \quad X = \sum_{i=1}^m Y_i. \quad (3)$$

Коэффициенты альфа Кронбаха по группам факторов представлены в табл. 5.

Полученное в ходе исследования отношение внутренней согласованности экспертов (альфа Кронбаха), рассчитанное по всему набору из 32 факторов, составляет 0,8057, что соответствует хорошему уровню согласованности.

Далее был произведен расчет внутригрупповых энтропийных весов факторов влияния (по всем шести группам). Отметим, что в группе А «социальные факторы» лидируют: А1 — поддержка социальной стабильности

Таблица 3

Степень влияния групп факторов на проект по шкале Харрингтона

Группы факторов	Эксперты							Среднее значение	Уровень влияния
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7		
А — социальные	0,715	0,900	0,900	0,715	0,715	0,715	0,900	0,794	Высокий
В — экологические	0,500	0,900	0,715	0,285	0,285	0,715	0,715	0,588	Средний
С — экономические	0,715	0,715	0,900	0,715	0,900	0,500	0,900	0,764	Высокий
Д — технологические	0,500	0,500	0,500	0,715	0,715	0,500	0,715	0,592	Средний
Е — безопасности	0,285	0,715	0,715	0,285	0,285	0,285	0,500	0,439	Средний
Ф — геополитические	0,285	0,285	0,285	0,100	0,100	0,100	0,285	0,206	Низкий

Таблица 4

Факторы влияния, распределенные по группам А–F

А — социальные	
A1	Поддержка социальной стабильности
A2	Повышение уровня занятости и вовлеченности населения
A3	Увеличение уровня доходов населения в районе расположения проекта
A4	Повышение продуктивности труда на местных предприятиях за счет улучшения условий труда
A5	Улучшение состояния коммуникативной среды для населения
A6	Повышение доступности и качества образования для населения
В — экологические	
B1	Удовлетворение потребности в охране окружающей среды
B2	Улучшение состояния здоровья населения
B3	Защита региональных ресурсов
B4	Качественное использование местных ресурсов
B5	Положительное влияние на местный экологический баланс
С — экономические	
C1	Возможные отклонения (превышение) бюджета проекта
C2	Содействие росту валового регионального продукта
C3	Возможность получения кредитов на реализацию проекта
C4	Наличие налоговых льгот, особых экономических условий
C5	Возможность инвестиций путем эмиссии ценных бумаг
C6	Синергетический эффект от реализации проекта
D — технологические	
D1	Применение новых прогрессивных технологий
D2	Возможность технологической реализации проекта
D3	Получение технологического суверенитета проекта
D4	Учет технологических особенностей проекта
D5	Улучшение качества технологической подготовки проекта
Е — безопасности	
E1	Наличие системы информационной безопасности
E2	Увеличение уровня преступности в районе местоположения проекта
E3	Увеличение уровня заболеваемости в районе функционирования проекта
E4	Повышение уровня пожарной безопасности в районе функционирования предприятия
E5	Защита от военных атак и воздействий
F — геополитические	
F1	Соответствие политических, правовых и стратегических подходов проекта государственным интересам
F2	Соответствие требованиям национальной обороны
F3	Корректировка различий в политике, связанных с проектом
F4	Изменение цен на ввозимые/вывозимые продукты
F5	Увеличение риска применения санкций

(42,10 %), A3 — уровень доходов населения в районе расположения проекта (22,02 %) и A6 — повышение доступности и качества образования для проживающего в районе населения (21,48 %).

В «экологической группе» уже ожидаемо лидируют факторы B5 (положительное влияние на местный экологический баланс), B3 (защита региональных ресурсов) и B1 (удовлетворение потребности в охране

Таблица 5

Коэффициенты альфа Кронбаха

Группа факторов	α	Внутренняя согласованность
Социальные факторы А	0,7806	$0,7 < \alpha < 0,8$, достаточная
Экологические факторы В	0,5783	$0,5 < \alpha < 0,6$, плохая
Экономические факторы С	0,8707	$0,8 < \alpha < 0,9$, хорошая
Технологические факторы D	0,7359	$0,7 < \alpha < 0,8$, достаточная
Факторы безопасности Е	0,7062	$0,7 < \alpha < 0,8$, достаточная
Геополитические факторы F	0,6617	$0,6 < \alpha < 0,7$, сомнительная
По всей совокупности факторов	0,8057	$0,8 < \alpha < 0,9$, хорошая

окружающей среды); в экономической: С4 — фактор налоговых льгот, особых экономических условий (более 50 %); в «технологической»: D3 — получение технологического суверенитета проекта (37,55 %) и D5 — улучшение качества технологической подготовки (31,11 %).

Среди факторов безопасности выделяют: Е5 — защита от военных атак и воздействий (40,34 %) и Е4 — уровень пожарной безопасности в районе функционирования предприятия (26,03 %). В «геополитической группе факторов» 39,61 % занимает F2 — соответствие требованиям национальной обороны и 30,90 % приходится на F5 — увеличение риска применения санкций.

Результаты итоговых расчетов весовых коэффициентов факторов, полученных путем совместного использования метода анализа иерархий (веса групп факторов) и внутригруппового энтропийного анализа, представлены в табл. 6.

Ведущими факторами с заметным отрывом становятся А1 — поддержка социальной стабильности (15,07 %) и С3 — наличие налоговых льгот и особых экономических условий (13,11 %); третья и четвертая позиции приходятся соответственно на А3 — увеличение уровня доходов населения в районе расположения проекта (7,88 %) и А6 — повышение доступности и качества образования для населения (7,69 %). Итоговые веса других включенных в исследование факторов в результате обработки представленных

экспертами данных получили значительно меньшие значения.

Выводы

Предложенный в настоящей работе подход предоставляет возможность оценки реализуемого (либо предлагаемого к реализации) инфраструктурного проекта с точки зрения территориальных аспектов, социально-экономического положения региона (города, муниципалитета), качества жизни, безопасности и ожиданий населения, экологических рисков и т. д. При этом оценка технологических, инвестиционных и других сторон проекта, несомненно, должна оставаться за соответствующими специалистами.

Как показывает практика, экспертно-аналитические процедуры, с одной стороны, не следует рассматривать как некую панацею от многочисленных организационно-управленческих проблем, с другой стороны, они успешно дополняют методы математического моделирования и являются эффективным инструментарием для подготовки и разработки управленческих решений, особенно в тех случаях, когда исходная информация по проекту может быть неполной, количество факторов не ограничено, а цена управленческой ошибки достаточно высока.

Данная работа подготовлена в рамках тематики научных исследований, проводимых в СПбГАСУ и лаборатории проблем развития территорий ФИЦКИА УрО РАН.

Расчет итогового веса факторов влияния на проект

Группы факторов	Весы групп	Факторы	Весы факторов в группах	Итоговый вес
Социальные А	0,3579	Поддержка социальной стабильности А1	0,4210	0,1507
		Повышение уровня занятости и вовлеченности населения А2	0,0662	0,0237
		Увеличение уровня доходов населения в районе расположения проекта А3	0,2202	0,0788
		Повышение продуктивности труда за счет улучшения условий труда А4	0,0538	0,0193
		Улучшение состояния коммуникативной среды для населения А5	0,0239	0,0085
		Повышение доступности и качества образования для населения А6	0,2148	0,0769
Экологические В	0,1120	Удовлетворение потребности в охране окружающей среды В1	0,2179	0,0244
		Улучшение состояния здоровья населения В2	0,1119	0,0125
		Защита региональных ресурсов В3	0,2666	0,0299
		Качественное использование местных ресурсов В4	0,0566	0,0063
		Положительное влияние на местный экологический баланс В5	0,3471	0,0389
Экономические С	0,2427	Возможные отклонения (превышение) бюджета проекта С1	0,0700	0,0170
		Содействие росту валового регионального продукта С2	0,1815	0,0441
		Возможность получения кредитов на реализацию проекта С3	0,0318	0,0077
		Наличие налоговых льгот, особых экономических условий С4	0,5403	0,1311
		Возможность инвестиций путем эмиссии ценных бумаг С5	0,1320	0,0320
		Синергетический эффект от реализации проекта С6	0,0443	0,0108
Технологические D	0,1407	Применение новых прогрессивных технологий D1	0,1567	0,0220
		Возможность технологической реализации проекта D2	0,0000	0,0000
		Получение технологического суверенитета проекта D3	0,3755	0,0528
		Учет технологических особенностей проекта D4	0,1567	0,0220
		Улучшение качества технологической подготовки проекта D5	0,3111	0,0438
Безопасности E	0,0634	Наличие системы информационной безопасности E1	0,1323	0,0084
		Увеличение уровня преступности в районе местоположения проекта E2	0,1179	0,0075
		Увеличение уровня заболеваемости в районе функционирования проекта E3	0,0861	0,0055
		Повышение уровня пожарной безопасности в районе функционирования предприятия E4	0,2603	0,0165
		Защита от военных атак и воздействий E5	0,4034	0,0256
Геополитические F	0,0832	Соответствие политических, правовых и стратегических подходов проекта государственным интересам F1	0,1190	0,0099
		Соответствие требованиям национальной обороны F2	0,3961	0,0330
		Корректировка различий в политике, связанных с проектом F3	0,0562	0,0047
		Изменение цен на ввозимые/вывозимые продукты F4	0,1196	0,0099
		Увеличение риска применения санкций F5	0,3091	0,0257

Библиографический список

1. Joseph C. Performance indicators for facilities operation and maintenance. *Facilities*, 2018. Vol. 36, № 9–10. Pp. 476–494.
2. Жук А. А., Колесникова И. В. Международный опыт создания крупных инфраструктурных проектов // *Экономический анализ: теория и практика*. 2017. Т. 16, № 10. С. 1859–1877.
3. Милько М. М. Аналитический обзор подходов к оцениванию успешности инфраструктурных мега-проектов в КНР // *Ойкумена. Регионоведческие исследования*. 2021. № 1 (56). С. 120–128.
4. Тutyгин А. Г., Чижова Л. А., Коробов В. Б. Неопределенность в оценках влияющих факторов различными категориями лиц, принимающих решения // *Экономика и управление: научно-практический журнал*. 2020. № 2 (152). С. 84–89.
5. Коробов В. Б., Тutyгин А. Г., Лохов А. С. Рангово-экспертная функция отклонений для классификации сложных объектов // *Проблемы управления*. 2023. № 6. С. 56–65.
6. Коробов В. Б., Кочуров Б. И., Тutyгин А. Г. Методология районирования сложных географо-экологических объектов экспертно-статистическими методами // *Проблемы региональной экологии*. 2020. № 5. С. 42–48.
7. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.
8. Тutyгин А. Г., Коробов В. Б., Меньшикова Т. В. Проблемы согласованности экспертных суждений в методе анализа иерархий // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 5 (76). С. 291–297.
9. Коробов В. Б., Тutyгин А. Г. Преимущества и недостатки метода анализа иерархий // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2010. № 122. С. 108–115.
10. Томашевский И. Л. Оценка погрешности метода анализа иерархий // *Экономика и математические методы*. 2014. Т. 50, № 1. С. 55–60.
11. Агауров С. Ю., Зыкова Н. В. Особенности и ключевые факторы, оказывающие влияние на реализацию крупных проектов // *Экономика и управление*. 2023. Т. 29, № 4. С. 407–413.
12. Xin Yu, Sid Suntrayuth, Jiafu Su. A Comprehensive Evaluation Method for Industrial Sewage Treatment Projects Based on the Improved Entropy-TOPSIS // *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (17). Pp. 1–11.
13. Коробов В. Б., Тutyгин А. Г., Чижова Л. А. Метод анализа иерархий и ранжирование влияющих факторов как альтернативные инструменты в социально-экономических исследованиях // *Азимут научных*

исследований: экономика и управление. 2020. Т. 9, № 3 (32). С. 210–214.

14. Молодцова В. Н., Тutyгин А. Г., Чижова Л. А. Альтернативный подход к сравнительной оценке инфраструктурного потенциала объектов агропромышленного комплекса северного региона // *Финансовый менеджмент*. 2023. № 6–2. С. 141–155.

15. Тutyгин А. Г., Коробов В. Б., Меньшикова Т. В. Комбинированный способ расчета весовых коэффициентов в многофакторных экономических моделях // *Вестник гражданских инженеров*. 2020. № 3 (80). С. 221–228.

16. Толстова Ю. Н. Измерение в социологии. М.: КДУ, 2007. 288 с.

17. Cronbach L. Coefficient alpha and the internal structure of tests // *Psychometrika*. 1951. Vol. 16. Pp. 297–334.

References

1. Joseph C. Performance indicators for facilities operation and maintenance. *Facilities*, 2018, vol. 36, no. 9–10, pp. 476–494.
2. Zhuk A. A., Kolesnikova I. V. *Mezhdunarodniy opyt sozdaniya krupnykh infrastrukturykh proektov* [International experience of implementing large infrastructure projects]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika – Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, no. 10, pp. 1859–1877.
3. Mil'ko M. M. *Analiticheskiy obzor podkhodov k otsenivaniyu uspehnosti infrastrukturykh megaproektov v KNR* [Analytical review of approaches to assessing the success of infrastructure megaprojects in the PRC]. *Oykumena. Regionovedcheskie issledovaniya – Oikumen. Regional Studies*, 2021, no. 1 (56), pp. 120–128.
4. Tutygin A. G., Chizhova L. A., Korobov V. B. *Neopredelennost' v otsenkakh vliyayushchikh faktorov razlichnymi kategoriyami lits, prinyimayushchikh resheniya* [Uncertainty in assessments of influencing factors by different categories of decision makers]. *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskiy zhurnal – Economics and Management: Scientific and Practical Journal*, 2020, no. 2 (152), pp. 84–89.
5. Korobov V. B., Tutygin A. G., Lokhov A. S. *Rangovo-ekspertnaya funktsiya otkloneniy dlya klassifikatsii slozhnykh ob'ektov* [Rank-expert function of deviations for classification of complex objects]. *Problemy upravleniya – Problems of Management*, 2023, no. 6, pp. 56–65.
6. Korobov V. B., Kochurov B. I., Tutygin A. G. *Metodologiya rayonirovaniya slozhnykh geografo-ekologicheskikh ob'ektov ekspertno-statisticheskimi metodami* [Methodology of zoning complex geographical-ecological objects by expert-statistical methods]. *Problemy*

regional'noy ekologii – Problems of Regional Ecology, 2020, no. 5, pp. 42–48.

7. Saati T. L. *Prinyatie resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh: analiticheskie seti* [Decision making in dependencies and feedbacks: analytical networks]. Moscow, Knizhniy dom LIBROKOM Publ., 2009, 360 p.

8. Tutygin A. G., Korobov V. B., Men'shikova T. V. *Problemy soglasovannosti ekspertnykh suzhdeniy v metode analiza ierarkhiy* [Problems of consistency of expert judgments in the method of hierarchy analysis]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 5 (76), pp. 291–297.

9. Korobov V. B., Tutygin A. G. *Preimushchestva i nedostatki metoda analiza ierarkhiy* [Advantages and disadvantages of the method of hierarchy analysis]. *Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gertsena – Proceedings of the Hertsen State Pedagogical University of Russia*, 2010, no. 122, pp. 108–115.

10. Tomashevskiy I. L. *Otsenka pogreshnosti metoda analiza ierarkhiy* [Estimation of errors of the method of hierarchy analysis]. *Ekonomika i matematicheskie metody – Economics and mathematical methods*, 2014, vol. 50, no. 1, pp. 55–60.

11. Agaurov S. Yu., Zyкова N. V. *Osobennosti i klyuchevye faktory, okazyvayushchie vliyanie na realizatsiyu krupnykh proektov* [Features and key factors influencing the implementation of large projects]. *Ekonomika i upravlenie – Economics and Management*, 2023, vol. 29, no. 4, pp. 407–413.

12. Xin Yu, Sid Suntrayuth, Jiafu Su. A comprehensive evaluation method for industrial sewage treatment projects

based on the improved Entropy-TOPSIS. *Sustainability*, 2020, vol. 12 (17), pp. 1–11.

13. Korobov V. B., Tutygin A. G., Chizhova L. A. *Metod analiza ierarkhiy i ranzhirovanie vliyayushchikh faktorov kak al'ternativnye instrumenty v sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniyakh* [Method of hierarchy analysis and ranking of influencing factors as alternative tools in socio-economic research]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie – Azimuth of scientific research: economics and management*, 2020, vol. 9, no. 3 (32), pp. 210–214.

14. Molodtsova V. N., Tutygin A. G., Chizhova L. A. *Al'ternativniy podkhod k sravnitel'noy otsenke infrastruktornogo potentsiala ob'ektov agropromyshlennogo kompleksa severnogo regiona* [Alternative approach to the comparative assessment of the infrastructural potential of the objects of agro-industrial complex of the northern region]. *Finansoviy menedzhment – Financial Management*, 2023, no. 6–2, pp. 141–155.

15. Tutygin A. G., Korobov V. B., Men'shikova T. V. *Kombinirovanniy sposob rascheta vesovykh koeffitsientov v mnogofaktornykh ekonomicheskikh modelyakh* [Combined method for calculating weighing coefficients in multi-factor economic models]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2020, no. 3 (80), pp. 221–228.

16. Tolstova Yu. N. *Izmerenie v sotsiologii* [Measuring in sociology]. Moscow, KDU Publ., 2007, 288 p.

17. Cronbach L. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 1951, vol. 16, pp. 297–334.