

ВЕРБАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТОВ: ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ И ВЫБОРА

Евгений Борисович Кибалов¹, Максим Викторович Пятаев^{2✉}

¹ Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Максим Викторович Пятаев, procedure@inbox.ru

Аннотация. Вербальный анализ в настоящей статье понимается как неотъемлемая часть системного анализа (system analysis). Целесообразным представляется его использование при принятии сложных решений в плохо структурированных проблемных ситуациях. Типичной в этом смысле является ситуация, возникающая при принятии решения о реализации того или иного крупномасштабного железнодорожного проекта, имеющего стратегическое значение для государства в долгосрочной перспективе. При оценке общественной эффективности таких проектов нередко допускаются ошибки при оценке затрат и результатов, причем затраты, как правило, оказываются выше расчетных, а результаты ниже. По этой причине на стадии инвестирования проекты останавливаются, в отдельных случаях на многие годы. Подобные коллизии возникают как в России, так и за рубежом.

В статье предлагается системный подход к оценке крупномасштабных железнодорожных проектов в фазе их преинвестиционных обоснований, когда влияние фактора неопределенности и, следовательно, рисков, им обусловливаемых, максимально. Системная оценочная структура проектов представляет собой логико-эвристическую модель, информационная база которой опирается на экспертные технологии и организационные процедуры, образующие систему принятия сложных инвестиционных решений. Для поддержки соответствующих процедур разработаны и апробированы программные продукты, запатентованные в России. Новизна подхода заключается, во-первых, в способах трансформации вербальных оценок экспертов в числовые и, во-вторых, в правилах учета при сравнении проектных альтернатив радикальной (нестохастической) неопределенности.

Ключевые слова: вербальный анализ, неопределенность, крупномасштабные железнодорожные проекты, экспертные технологии, логико-эвристическая модель, мегапроекты, инфраструктура, крупномасштабные проекты, инфраструктурные проекты, транспортные проекты

Для цитирования: Кибалов Е. Б., Пятаев М. В. Вербальный анализ крупномасштабных транспортных проектов: инструментальная поддержка процедур оценки и выбора // Развитие территорий. 2023. № 2. С. 15—21. DOI: 10.32324/2412-8945-2023-2-15-21.

Economic research

Original article

VERBAL ANALYSIS OF LARGE-SCALE TRANSPORT PROJECTS: INSTRUMENTAL SUPPORT FOR EVALUATION AND SELECTION PROCEDURES

Evgeny B. Kibalov¹, Maksim V. Pyataev^{2✉}

¹ Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

² Siberian State University of Railway Transport, Novosibirsk, Russian Federation

Corresponding author: Maksim V. Pyataev, procedure@inbox.ru

Abstract. Verbal analysis in this article is understood as an integral part of system analysis. It seems reasonable to use it when making complex decisions in poorly structured problem situations. Typical in this case is the situation that arises when we decide on the construction of a large-scale railway project of strategic importance for the state in the long term. Such projects often make errors in assessing the social effectiveness of their costs and results, and the costs are generally higher than estimated, but the results are lower. For this reason, at the stage of investment, the projects are stopped, in some cases for many years. Such conflicts arise both in Russia and abroad.

The article proposes a systematic approach to the evaluation of large-scale railway projects in the phase of their pre-investment feasibility studies, where the influence of the uncertainty factor and the risks caused by it is maximum. The system assessment structure of projects is a logical-heuristic model, whose information base is based on expert technologies and organizational procedures that form a system of complex investment decision-making. The software products patented in Russia have been developed and tested to support the relevant procedures. Primarily, the novelty of the approach consists, in the ways of transformation of verbal assessments of experts into numerical ones and, secondly, in the rules of accounting radical (non-stochastic) uncertainty while comparing project alternatives.

Keywords: verbal analysis, uncertainty, large-scale railway projects, expert technologies, logical-heuristic model, megaproject, infrastructure, large-scale projects, infrastructure projects, transport projects

For citation: Kibalov E.B., Pyataev M.V. Verbal analysis of large-scale transport projects: instrumental support for evaluation and selection procedures. *Territory Development*. 2023;(2):15—21. (In Russ.). DOI: 10.32324/2412-8945-2023-2-15-21.

Введение

Ситуация, возникающая при принятии решения о реализации того или иного крупномасштабного транспортного проекта, имеющего стратегическое значение для государства в долгосрочной перспективе, относится к плохо структурированным проблемным ситуациям. Проблемность ее заключается в том, что значимость конкурирующих проектов такого типа на начальной стадии их жизненного цикла описывается преимущественно словесно, результаты и затраты — прикидочно и ориентировочно по аналогам, а временные параметры проектов неоднозначны. Более или менее четко называются желаемые даты завершения проектов, откуда, естественно, следуют предполагаемые продолжительности их жизненных циклов. Финансовые и коммерческие аспекты при таком описании анализируются в терминах инвестиционных намерений инициаторов проектов; в проектной практике соответствующая фаза жизненного цикла проекта называется прединвестиционной. Как следствие, возникают сложности, порождающие неопределенность при оценке и выборе наиболее приемлемой проектной альтернативы.

К сожалению, ни исследователи операций в прошлом, ни современная генерация авторов экономико-математических методов и моделей до сих пор не предложили конструктивных подходов к решению указанной проблемы в общем случае. Детерминистские модели не решают проблему, даже если они разработаны выдающимися математиками и экономистами. В этих моделях, как отмечает Я. Корнаи [1], глубоко проработаны узкоспециальные математические и экономические проблемы и решены некоторые прикладные задачи. Однако попытки обобщить полученные результаты на более общие случаи, когда необходимо решать так называемые неопределенные задачи пока оказались безрезультатными.

В то же время хозяйственная практика, отечественная и зарубежная, отвечая на вызовы технологического и социального прогресса, по необходимости вынуждена принимать решения о реализации все большего числа крупномасштабных проектов (в западной терминологии — мегапроектов [2]), не опираясь на релевантную теорию и вызывающий доверие методический аппарат.

Как следствие, ожидаемые результаты не достигаются, а затраты оказываются напрасными. Приведем показательный российский пример. Правительство Российской Федерации в 2007 г. одобрило реализацию проекта по строительству железнодорожной линии Курагино — Кызыл в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва. В 2021 г. оно же распорядилось отложить строительство на 5 лет до 2026 г. К моменту принятия этого решения был построен

1 (один!) км железной дороги из 424,1 км запланированных. Следовательно, 14 лет потребовалось для того, чтобы раскрыть неопределенность проекта в части общей стоимости, источников финансирования, состава и содержания первоначального варианта, определения заказчика, генерального проектировщика, строительных подрядчиков. И когда указанная неопределенность была снята, последовало решение об остановке проекта без указания причин.

В истории российского железнодорожного строительства этот случай, к сожалению, не единичен. В 1953 г. остановлено строительство Приполярной железнодорожной магистрали, ныне вяло продолжающееся под названием Северный Широтный Ход (СШХ). Начат строительством, но остановлен проект «материк — Сахалин». Более 40 лет обсуждается при частично выполненном изыскании проект Северо-Сибирской железной дороги (Северосиб).

Справедливости ради укажем, что есть и другие примеры. Прежде всего это проект Транссибирской железнодорожной магистрали, идея сооружения которой начала обсуждаться еще в 1832 г. Проект оказался общественно эффективным при царизме, развитом социализме и государственном капитализме, сменявших в России друг друга в прошлом веке. Другим примером следует считать проект строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМ), в свое время объявленный самым неэффективным проектом «развитого» социализма. Времена меняются, и теперь, в период противостояния России коллективному Западу, БАМ оказался стратегически востребованной коммуникацией по транспортировке российских продуктов и ресурсов в страны АТР. Сегодня БАМ активно реконструируется и достраивается с целью увеличения его пропускной и провозной способности в два-три раза.

С учетом сказанного задачи настоящей статьи определяются следующим образом:

1. Описать предлагаемые методологию, методу и компьютерные средства их отображения как систему по предварительной оценке крупномасштабных транспортных проектов на прединвестиционной стадии их жизненных циклов.

2. Предложить логико-эвристическую модель (систему ЛЭМ) оценки и выбора, построенную на экспертной информации и правилах теории принятия решений в условиях риска и радикальной неопределенности.

Основная часть

Для решения сформулированных задач далее применяется интегративный подход, когда в целостную систему принятия решений монтируются элементы методологических конструктов, методических приемов и компьютерных (аппарат-

ных) средств достижения целей. В целом предлагаемый подход можно трактовать как инженерное программирование с использованием специализированных компьютерных продуктов и организационных процедур. Элементом новизны, представляемым в настоящей статье, служит синтез средств вербального анализа разработанной логико-эвристической модели (ЛЭМ) и экономикоматематической модели (ЭММ), что в итоге дает гибридную систему оценки и выбора наиболее предпочтительного крупномасштабного проекта.

Изложим пошагово предлагаемый подход на примере крупномасштабных железнодорожных проектов Индига — Сургут (далее — Бренцкомур) и Сургут — Усть-Кут (далее — Северосиб) (рис. 1). Поводом для выбора именно такого при-

мера послужило поручение Президента Российской Федерации В. В. Путина правительству страны представить предложения по созданию железнодорожного маршрута от Сосногорска до незамерзающей бухты Баренцева моря недалеко от существующего поселка Индига [3] (см. рис. 1). В исследовании излагается гипотетическая точка зрения авторов статьи в рамках мысленного эксперимента: как следовало бы пользоваться нашей методикой правительственным экспертам, чтобы с учетом стратегических преимуществ сравнить в прединвестиционной фазе проект Баренцкомур (в рамках которого участок Индига — Сосногорск является лишь локальным фрагментом) с проектом Северосиб.



Рис. 1. Крупномасштабные железнодорожные проекты Баренцкомур (Индига — Сургут) и Северосиб (Сургут — Усть-Кут) [4]
Large-scale railway projects Barentskomur (Indiga — Surgut) and Severosib (Surgut — Ust-Kut) [4]

Шаг первый. Проекты Баренцкомур и Северосиб как объекты оценки и выбора наиболее предпочтительного из них, будучи крупномасштабными, характеризуются неопределенностью параметров самих проектов и внешней среды их осуществления. Причем неопределенность на прединвестиционной фазе жизненных циклов этих проектов по предпосылке максимальна, что создает условия для принятия ошибочных

решений, исправить которые на инвестиционной и эксплуатационной стадиях будет невозможно.

Будем оценивать общественную эффективность проектов в классической трактовке данного термина как отношение потенциально полезных результатов проектов к ресурсам, затраченным обществом на их реализацию. В фазе прединвестиционного анализа инструментализация этой вер-

бально сформулированной целевой установки осуществляется с помощью дерева целей — главного инструмента системного анализа, предна-

значенного для раскрытия неопределенности целей крупномасштабных и сложных проектов (рис. 2).



Рис. 2. Дерево целей проектов Баренцкомур и Северосиб
Goal Tree Barentskomur and North-Siberian projects

* *Примечание.* Под институциональным результатом понимается степень связности территорий, по которым проходят оцениваемые проекты [5].

Оба проекта по своим ориентировочным параметрам (по предпосылке, многолетних обсуждений проектных замыслов [6 ; 7]), отображаемым так называемым стратегическим треугольником «время — объем работ — бюджет» [8], сопоставимы. А именно: время сооружения железнодорожных линий в обоих случаях 6 лет, объем работ, определяемый в главном протяженностью сооружаемых линий, — примерно 2 000 км каждая, бюджет проектов примерно одинаков и оценивается в 1,5 трлн руб. в ценах 2019 г.

В рамках данных предпосылок, т. е. при одинаковом затратном компоненте проектов, выявление наиболее предпочтительного из них осуществляется по максимуму целевой функции, получаемой на основе квантификации дерева целей (см. рис. 2).

Шаг второй. Квантификация дерева целей осуществляется группой экспертов поэтапно. Сначала методом мозгового штурма определяется структура дерева целей, генеральная цель ранга 0 и состав целей так называемого критериального среза дерева. На рис. 2 состав критериального среза образуют три подцели первого уровня ранга 0: 0.1 Экономическую; 0.2 Социальную и 0.3 Институциональную (связности территорий, через которые проходят проектируемые железные дороги). Все иные стратегические цели (экологические, оборонные и др.) по умолчанию задаются как ограничения, и все стратегии при всех сценариях удовлетворяют этим ограничениям. Сформированная структура инвариантна во всех сценариях-контрастах. Такое упрощение снижает сложность исходной проблемы, но трансформирует ее в задачу, реально решаемую численно с учетом фактора неопределенности.

Затем группа экспертов ранжирует подцели 0.1, 0.2, 0.3 по степени важности для достижения ге-

неральной цели ранга 0. Ранжирование в порядковой шкале производится трижды в предположении, что оцениваемые проекты могут осуществляться в трех сценариях-контрастах развития внешней среды: оптимистическом, пессимистическом и наиболее вероятном.

Шаг третий. Ранжировки экспертов обрабатываются компьютерным продуктом ORDEX [9]. Программа в диалоговом режиме принимает экспертные упорядочения, строит матрицу парных сравнений, находит ее главный собственный вектор и нормирует его делением на сумму координат. Процедура экспертного оценивания объектов (в нашем случае подцелей 0.1, 0.2, 0.3), которую мы будем применять, состоит в том, что каждый эксперт упорядочивает объекты по заданному критерию (важности для достижения генеральной цели 0). Результат работы эксперта можно представить как упорядоченный список всех объектов, соединенных знаками «больше» (предшествующий объект лучше последующего) или «равно» (предшествующий объект эквивалентен последующему). Предположим, что m_{ij} экспертов предпочитают объект i объекту j и n_{ij} экспертов считают эти объекты равноценными. Процедуру оценивания можно интерпретировать как «турнир между объектами», в котором число кругов равно числу экспертов и объект i «набирает» $a_{ij} = m_{ij} + 0,5n_{ij}$ очков против объекта j . Понятно, что $a_{ji} = m - a_{ij}$, где m — число экспертов далее (более подробное изложение в [10, с. 320—326]). После завершения указанных процедур получаем квантифицированное дерево целей и сценарии-контрасты 1 — оптимистический, 2 — пессимистический и 3 — наиболее вероятный (рис. 3).

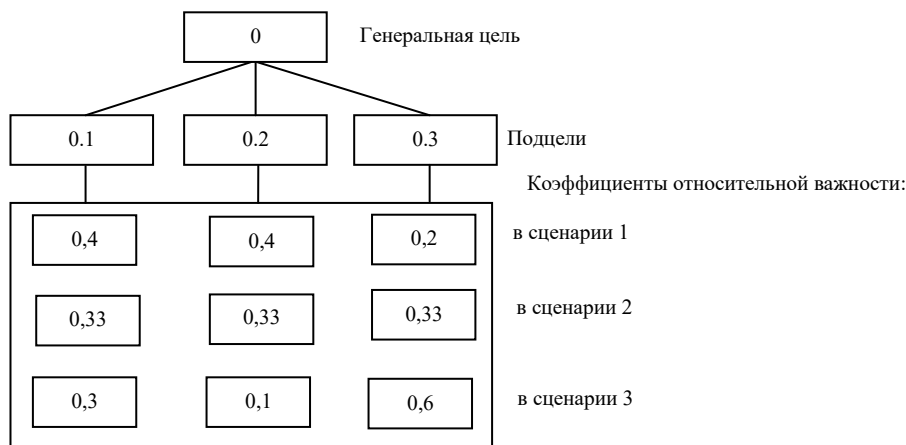


Рис. 3. Квантифицированное дерево целей проектов Баренцкомур и Северосиб
Quantified target tree of the Barentscomur and North Siberian projects

Теперь эксперты оценивают степени достижения каждой подцели, которая обеспечивается системой «проект + сценарий» (назовем такую систему комбинацией). Поскольку степень достижения каждой подцели зависит от комбинации,

эксперты упорядочивают 6 возможных комбинаций (табл. 1) по невозрастанию степени достижения каждой подцели ранга 1 на рис. 3 и помещают соответствующие упорядочения в столбцы «Ранг» табл. 2.

Таблица 1

Комбинации и их состав
Combinations and their composition

Комбинация	Состав комбинации
I	Баренцкомур + сценарий 1
II	Баренцкомур + сценарий 2
III	Баренцкомур + сценарий 3
IV	Северосиб + сценарий 1
V	Северосиб + сценарий 2
VI	Северосиб + сценарий 3

Обработав представленные в табл. 2 упорядочения (столбцы «Ранг») программой ORDEX, полученные векторы нормируем, поделив их компоненты на величину наибольшего компонен-

та. Значения нормированных векторов помещаем в столбец «Нормированные степени достижения целей» (табл. 2).

Таблица 2

Результаты опроса экспертов
Results of the expert survey

Комбинации «проект + сценарий»	Подцели генеральной цели								
	0.1 Экономическая			0.2 Социальная			0.3 Институциональная		
	Ранг	ORDEX	Нормированные степени достижения целей	Ранг	ORDEX	Нормированные степени достижения целей	Ранг	ORDEX	Нормированные степени достижения целей
I	2	0,239	0,693	1	0,345	1,000	3	0,166	0,481
II	1	0,345	1,000	6	0,055	0,160	6	0,055	0,160
III	3	0,166	0,481	2	0,239	0,693	5	0,080	0,231
IV	4	0,115	0,333	3	0,166	0,481	4	0,115	0,333
V	5	0,080	0,231	4	0,115	0,333	2	0,239	0,693
VI	6	0,055	0,160	5	0,080	0,231	1	0,345	1,000
Сумма	—	1,000	—	—	1,000	—	—	1,000	—

На следующем этапе нормированные степени достижения целей (см. табл. 2) умножают на коэффициенты относительной важности подцелей

ранга 1 квантифицированного дерева целей (см. рис. 3), предварительно записав их в виде матрицы-столбца. Таким образом получим степе-

ни достижения генеральной цели 0. Полученный результат представим в виде оценочной матрицы (табл. 3). Примененный алгоритм был заложен

в программный продукт NScen [11] и задействован для сверки результатов.

Таблица 3

Оценочная матрица крупномасштабных железнодорожных проектов
Evaluation matrix for large-scale railway projects

Проект	Сценарий 1 оптимистический	Сценарий 2 пессимистический	Сценарий 3 наиболее вероятный
Баренцкомур	0,773	0,440	0,352
Северосиб	0,382	0,419	0,671

Анализ полученных оценок (табл. 3) с помощью программного продукта GlobalD [12] дал следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4

Выбор наиболее предпочтительного проекта по критериям теории принятия решений
Selection of the most preferable project by decision-making theory criteria

Проект	Вальда	Максимакса	Севиджа	Гурвица	Байеса	Лапласа	Обобщенный Гурвица	Ходжа — Лемена	Гермейера
Баренцкомур		+	+	+		+	+		
Северосиб	+				+			+	+

Заключение

Полученные результаты (см. табл. 4) позволяют констатировать, что в ситуации неопределенности по большинству критериев теории принятия решений в прединвестиционной фазе наиболее предпочтительным является проект Баренцкомур. Однако, во-первых, это не означает, что при изменении оценочной структуры сценариев-контрастов развития внешней среды предпочтение

будет отдано проекту Баренцкомур. Во-вторых, лицо, принимающее решение, если он «байесовец», может, как видно из табл. 4, выбрать как наилучший проект Северосиб. Система компьютерных продуктов, предлагаемая в настоящей статье в качестве инструмента поддержки принятия сложного решения, позволит необходимые туры экспертизы и пересчеты производить в приемлемое время и в скользящем режиме.

Список источников

1. Корнаи Я. Системная парадигма // Вопросы экономики. 2002. № 4. С. 4—22.
2. Flyvbjerg B., Bester D. The Cost-Benefit Fallacy: Why Cost-Benefit Analysis Is Broken and How to Fix It. // Journal of Benefit-Cost Analysis. 2021. 12(3). P. 395—419. doi:10.1017/bca.2021.9.
3. Путин поручил представить предложения по маршруту до Баренцева моря // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5170827> (дата обращения: 05.02.2023).
4. В НАО до конца года определятся с местом строительства порта Индига // Открытый исследовательский и дискуссионный центр Глобальная авантюра. URL: https://glav.su/files/messages/2020/09/27/5816568_8fe344b8bc8e73ef1135f9e3450fea1b.jpg (дата обращения: 05.02.2023).
5. Цифровые платформы повышают связность регионов и расширяют возможности компаний // Журнал Стратегия. URL: <https://strategyjournal.ru/ekonomika-i-biznes/tsifrovye-platformy> (дата обращения: 27.01.2023).
6. Героева А. Порт в Индиге и железная дорога к нему будут стоить 700 млрд рублей // Ведомости. 2022. 13 апр. URL: https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/articles/2022/04/13/917865-port-v-indige-i-zheleznyaya-doroga-k-nemu-budut-stoit-700-mlrd-rublei (дата обращения: 05.02.2023).
7. Порт Индига. Морской порт Индига: каким он будет и что даст для развития Севморпути? // Инвестиционный портал Арктической зоны России. URL: <https://arctic-russia.ru/project/port-indiga/> (дата обращения: 05.02.2023).
8. Афанасьев Ф. Управление проектами в стиле ДРАЙВ. [б. м.] : Издательские решения, 2017. 102 с. ISBN 978-5-4485-2387-8.
9. Хуторецкий А. Б. Экспертное оценивание объектов по некантифицированному критерию с помощью модели Бержа — Брука-Буркова. Препринт № 130. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 1994. 15 с.
10. Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов / отв. ред. В. В. Кулешов и Н. И. Сулов. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2014. 488 с. ISBN: 978-5-89665-260-1.
11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021666964 Российская Федерация. NScen № 2021666064; заявл. 13.10.2021. опубл. 22.10.2021. / Пятаев М. В. ; Заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения. 1 с.
12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2018660190 Российская Федерация. GlobalD № 2018618087; заявл. 16.07.2018. опубл. 17.08.2018. / Шибикин Д. Д. ; заявитель и правообладатель Шибикин Д. Д. 1 с.

References

1. Kornai Ya. Sistemnaya paradigma [The systems paradigm], *Voprosy ekonomiki [Economic issues]*, 2002, no. 4, pp. 4—22.
2. Flyvbjerg B., Bester D. The Cost-Benefit Fallacy: Why Cost-Benefit Analysis Is Broken and How to Fix It., *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 2021, 12(3), pp. 395—419. doi:10.1017/bca.2021.9.
3. Putin poruchil predstavit' predlozheniya po marshrutu do Barentseva moraya [Putin instructed to submit proposals on the route to the Barents Sea], *Kommersant [The Kommersant]*. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/5170827> (accessed: 05.02.2023).
4. V NAO do kontsa goda opredelyatsya s mestom stroitel'stva porta Indiga [In NAO (German Autonomous Okrug) by the end of the year to decide on the construction site of the port of Indiga], *Otkrytyi issledovatel'skii i diskussionnyi tsentr Global'naya avantiura [Open research and discussion center Global Venture]*. Available at: https://glav.su/files/messages/2020/09/27/5816568_8fe344b8bc8e73ef1135f9e3450fea1b.jpg (accessed: 05.02.2023).
5. Tsifrovye platformy povyshayut svyaznost' regionov i rasshiryayut vozmozhnosti kompanii [Digital platforms increase regional connectivity and empower companies], *Zhurnal Strategiya [Journal Strategy]*. Available at: <https://strategyjournal.ru/ekonomika-i-biznes/tsifrovye-platformy> (accessed: 27.01.2023).
6. Geroeva A. Port v Indige i zheleznaya doroga k nemu budut stoit' 700 mlrd rublei [The port in Indiga and the railroad to it will cost 700 billion rubles], *Vedomosti [The Gazette]*. 2022. 13 apr. Available at: https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/articles/2022/04/13/917865-port-v-indige-i-zheleznaya-doroga-k-nemu-budut-stoit-700-mlrd-rublei (accessed: 05.02.2023).
7. Port Indiga. Morskoj port Indiga: kakim on budet i chto dast dlya razvitiya Sevmorputi? [Port of Indiga. Indiga sea port: what will it be like and what will it do for the development of the Northern Sea Route?], *Investitsionnyi portal Arkticheskoi zony Rossii [Investment portal of the Russian Arctic Zone]*. Available at: <https://arctic-russia.ru/project/port-indiga/> (accessed: 05.02.2023).
8. Afanas'ev F. Upravlenie proektami v stile DRAIV [Project management in the DRIVE style]. [b. m.], Izdatel'skie resheniya, 2017, 102 p. ISBN 978-5-4485-2387-8.
9. Khutoretskii A.B. Ekspertnoe otsenivanie ob'ektov po nekvantifitsirovannomu kriteriyu s pomoshch'yu modeli Berzha — Bruka-Burkova [Expert evaluation of objects by unquantified criterion using the Berge-Brooke-Burkov model]. Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 1994, 15 p.
10. Kuleshov V.V., Suslov N.I. [eds.] Sistemnoe modelirovanie i analiz mezo- i mikroekonomicheskikh ob'ektov [System modeling and analysis of meso- and microeconomic objects]. Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 2014, 488 p. ISBN: 978-5-89665-260-1.
11. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM 2021666964 Rossiiskaya Federatsiya [Computer program registration certificate 2021666964 Russian Federation]. NScen No. 2021666064; zayavl. 13.10.2021. opubl. 22.10.2021. / Pyataev M. V. ; Zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Sibirskii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniya, 1 p.
12. Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM 2018660190 Rossiiskaya Federatsiya [Computer program registration certificate 2018660190 Russian Federation]. GlobalD No. 2018618087; zayavl. 16.07.2018. opubl. 17.08.2018. / Shibikin D. D. ; zayavitel' i pravoobladatel' Shibikin D. D., 1 p.

Информация об авторах

Кибалов Евгений Борисович — доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация. E-mail: kibalovE@mail.ru

Пятаев Максим Викторович — кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Системный анализ и управление проектами», Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Российская Федерация. E-mail: procedure@inbox.ru

Information about the authors

Evgeny B. Kibalov — Doctor of Economics Sciences, Professor, Chief Scientific Associate, Institute of Economics and Organization of Industrial Production, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: kibalovE@mail.ru

Maksim V. Pyataev — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department “System Analysis and Project Management”, Siberian State University of Railway Transport, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: procedure@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 15.02.2023; одобрена после рецензирования 11.03.2023; принята к публикации 22.05.2023.

The article was submitted 15.02.2023; approved after reviewing 11.03.2023; accepted for publication 22.05.2023.