

## ОТРАСЛЕВОЕ, ИНДУСТРИАЛЬНОЕ И КОРПОРАТИВНОЕ СТРАТЕГИРОВАНИЕ

Оригинальная статья

УДК 338.2:669.013

# Методы оценки альтернатив для использования в стратегическом планировании горно-металлургического предприятия

А. Е. Неволин<sup>1</sup>, А. Е. Череповицын<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup>[aprec99@mail.ru](mailto:aprec99@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0006-5752-5395>

<sup>2</sup>[alekseicherepov@inbox.ru](mailto:alekseicherepov@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0472-026X>

**Аннотация:** В современных условиях, характеризующихся высокой степенью неопределенности макроэкономического окружения, компании горно-металлургического сектора должны быть нацелены на формирование долгосрочных стратегий, позволяющих им не только адаптироваться к внешним факторам, но и наращивать конкурентоспособность как на отечественном, так и на мировом рынках. Эффективность реализуемых стратегий во многом определяется обоснованностью выбора альтернатив. В статье доказана важность стратегического выбора вариантов долгосрочного развития горно-металлургических предприятий, выявлены особенности стратегий компаний и актуальных направлений их развития. Представлен обзор современных методов оценки альтернатив, включающих в себя метод многокритериальной теории полезности MAU, методы ELECTRE, метод TOPSIS, метод вербального анализа решений ВАР, простой метод многокритериальной оценки SMART, метод аналитических сетей ANP, метод МАИ, определены преимущества и недостатки существующих подходов. Определены возможности и доказана глубокая целесообразность использования методов оценки альтернатив при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний, выявлены основные ограничения и предложены рекомендации по их адаптации для учета специфики отрасли.

**Ключевые слова:** горно-металлургические компании, стратегическое планирование, альтернативы развития, методы оценки, стратегический выбор

**Цитирование:** Неволин А. Е., Череповицын А. Е. Методы оценки альтернатив для использования в стратегическом планировании горно-металлургического предприятия // Стратегирование: теория и практика. 2025. Т. 5. № 3. С. 309–327. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2025-5-3-309-327>

Поступила в редакцию 08.04.2025. Прошла рецензирование 24.05.2025. Принята к печати 13.06.2025.

original article

## Evaluating Alternatives for Strategic Planning in Mining and Metallurgy

Alexander E. Nevolin<sup>1</sup>, Alexey E. Cherepovitsyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Economic Studies, Kola Research Center, Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup>aprec99@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-5752-5395>

<sup>2</sup>alekseicherepov@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0472-026X>

**Abstract:** In the current macroeconomic environment with its high degree of uncertainty, mining and metallurgical companies need to develop such long-term strategies that could both adapt them to the changing external factors and increase their domestic and international competitiveness. As a rule, strategizing depends on the correct choice of alternatives. The article substantiates the importance of strategic choice of long-term development options in mining and metallurgy, as well as reveals the current specifics of strategizing in these industries and defines some relevant development paths. The authors reviewed and compared the modern methods for evaluating alternatives, i.e., multicriteria utility (MAU), verbal decision analysis (VDA), simple method of multicriteria evaluation (SMART), analytical networks (ANP), analytical hierarchy (AHP), ELECTRE, TOPSIS, MAI, etc. These methods are crucial for strategizing in mining and metallurgy, but their limitations should be taken into account, and most of them have to be adapted to the industrial specifics.

**Keywords:** mining and metallurgical companies, strategic planning, development alternatives, evaluation methods, strategic choice

**Citation:** Nevolin AE, Cherepovitsyn AE. Evaluating Alternatives for Strategic Planning in Mining and Metallurgy. *Strategizing: Theory and Practice*. 2025;5(3):309–327. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2025-5-3-309-327>

Received 8 April 2025. Reviewed 24 May 2025. Accepted 13 June 2025.

### 矿冶企业战略规划中替代方案的评估方法

涅沃林·亚历山大·叶夫根尼耶维奇、切列波维岑·阿列克谢·叶夫根尼耶维奇

俄罗斯科学院科拉科学中心卢津经济问题研究所，俄罗斯阿帕季特

女皇叶卡捷琳娜二世圣彼得堡矿业大学，俄罗斯圣彼得堡

**摘要:** 在当前宏观经济环境高度不确定的条件下，矿业冶金企业应着眼于制定长期战略，使其不仅能够适应外部因素，而且能提升在国内和全球市场的竞争力。所实施战略的有效性很大程度上取决于选择替代方案的合理性。本文论证了战略选择矿冶企业长期发展方案的重要性，并明确了企业战略的特点及其当前的发展方向。本文概述了评估替代方案的现代方法，包括多属性效用理论 (MAU)、ELECTRE 方法、TOPSIS 方法、决策的语言分析方法、简单多属性评估技术 (SMART)、网络分析法 (ANP) 和 层次分析法 (AHP)，并分析了现有方法的优缺点。文中探讨了替代方案评估方法在矿业冶金企业发展战略规划中的可行性，并指出了其主要局限性，提出了根据行业具体情况进行调整的建议。

**关键词:** 矿业冶金企业、战略规划、发展的替代方案、评估方法、战略选择

编辑部于2025年4月8日收到稿件。审稿日期：2025年5月24日。接受发表日期：2025年6月13日

## ВВЕДЕНИЕ

Металлургия является одной из стратегически значимых отраслей национальной промышленности. По данным 2023 года, доля цветной металлургии в структуре российского ВВП<sup>1</sup> достигает 2,8 %<sup>2</sup>. При этом горно-металлургическая промышленность, как и многие другие отрасли, находится на этапе трансформации.

На сегодняшний день российская металлургия сталкивается с целым рядом вызовов, требующих современного ответа. Согласно «Стратегии развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» первоочередные задачи в настоящее время состоят в создании благоприятных условий для реализации потенциала внутреннего спроса на готовую продукцию металлургического комплекса, реализации программ импортозамещения и переориентации экспортных потоков на новые перспективные и динамично развивающиеся рынки (в том числе рынки Азии). При этом подчеркивается важность технологического развития отрасли, цифровизации и автоматизации производственных процессов, необходимость ускоренного внедрения инноваций и перехода на принципы наилучших доступных технологий<sup>3,4</sup>.

Одной из современных тенденций в последние годы стала переоценка роли металлов для глобаль-

ной экономики. Тренды декарбонизации и глобального энергетического перехода меняют сложившиеся представления о структуре потребления минерального сырья и о будущих потребностях в ресурсах<sup>5,6</sup>. Считается, что именно металлы в скором времени станут базисом не только для «зеленой» экономики, но и для индустрии 5.0, ввиду их широкого использования в высокотехнологичных сферах и отраслях промышленности<sup>7,8</sup>.

В то же время функционирование горно-металлургического сектора сопряжено с высокими социальными и экологическими рисками. По этой причине отрасль не может развиваться экстенсивно под влиянием прогнозируемого расширения областей применения металлов. Принципы устойчивого развития, тенденции в области ESG диктуют новые стандарты для деятельности горно-металлургических компаний<sup>9,10,11</sup>.

В условиях необходимости решения целой совокупности задач и ответа на возникающие вызовы, представляющие как возможности, так и угрозы, российские горно-металлургические компании сталкиваются со сложным выбором альтернатив будущего долгосрочного развития: на чем фокусироваться, как оценивать эффективность потенциальных направлений деятельности, на основе чего делать выбор в пользу той или иной альтернативы<sup>12</sup>.

<sup>1</sup> ВВП – валовой внутренний продукт.

<sup>2</sup> Цветная металлургия России. 2024. URL: <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/publication/cvetnaya-metallurgiya-rossii> (дата обращения: 16.03.2025).

<sup>3</sup> Самарина В. П., Склярова Е. А., Жилинкова А. П. Перспективы развития российской металлургии в условиях новых экономических вызовов геополитического генезиса // *Фундаментальные исследования*. 2023. № 3. С. 17–22. <https://doi.org/10.17513/fr.43437>

<sup>4</sup> Костюхин Ю. Ю. Стратегическое управление российской металлургией в условиях вызовов и рисков // *Управленческие науки*. 2022. Т. 12. № 2. С. 21–32. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2022-12-2-21-32>

<sup>5</sup> Cherepovitsyn A., Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition—a review // *Energie*. 2022. Vol. 15(1). P. 387–405. <https://doi.org/10.3390/en15010387>

<sup>6</sup> Ingaldi M., Ulewicz R. The business model of a circular economy in the innovation and improvement of metal processing // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. P. 5513. <https://doi.org/10.3390/su16135513>

<sup>7</sup> Прохорова И. С., Устинов В. С., Елхова А. В. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации // *Вестник университета*. 2023. № 12. С. 44–52. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-12-44-52>

<sup>8</sup> Адно Ю. Л. Основные проблемы перехода к «зеленой металлургии» // *Сталь*. 2022. № 4. С. 41–47.

<sup>9</sup> Говорухин В. А., Кучина Е. В. Устойчивое развитие предприятий металлургической промышленности в контексте ESG-трансформации // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2023. Т. 17. № 2. С. 92–100. <https://doi.org/10.14529/em230207>

<sup>10</sup> Dmitrieva D., Solovyova V. Russian arctic mineral resources sustainable development in the context of energy transition, ESG agenda and geopolitical tensions // *Energies*. 2023. Vol. 16(13). P. 5145. <https://doi.org/10.3390/en16135145>

<sup>11</sup> Глушакова О. В., Черникова О. П. Институционализация ESG-принципов на международном уровне и в Российской Федерации, их влияние на деятельность предприятий черной металлургии. Часть 1 // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. 2023. Т. 66. № 2. С. 253–264. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-2-253-264>

Таким образом, цель настоящего исследования состоит в обзоре методов оценки альтернатив и формировании практических рекомендаций для их использования при стратегическом планировании деятельности российских горно-металлургических компаний.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

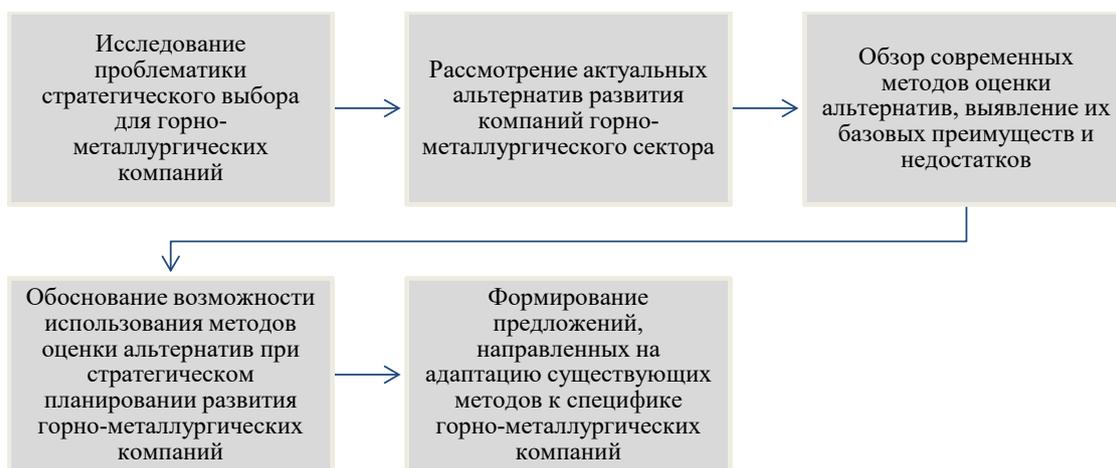
Настоящее исследование опирается на теоретические основы стратегического управления и планирования развития компаний промышленного сектора и, в частности, компаний горно-металлургического комплекса. На рисунке 1<sup>13</sup> представлен алгоритм проводимого исследования, состоящий из перечня задач, позволяющих достичь главной цели работы.

В условиях высокой степени неопределенности со стороны макроокружения альтернативность становится одним из основополагающих принципов формирования долгосрочных стратегий горно-металлургических компаний<sup>14</sup>. Разработка стратегий сводится к выбору одной или нескольких стратегических альтернатив, реализация кото-

рых позволит достичь установленных целей организации. Каждая альтернатива характеризуется определенным перечнем условий, возможностей, ограничений и ожидаемых результатов<sup>15</sup>.

Среди методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив, доказавших свою эффективность на практике, можно выделить метод многокритериальной теории полезности MAU, методы ELECTRE, метод TOPSIS, метод вербального анализа решений VAP, простой метод многокритериальной оценки SMART, метод аналитических сетей ANP, методы аналитической иерархии АИР, метод МАИ.

Стратегический выбор представляет собой один из важнейших этапов стратегического управления и планирования, в рамках которого принимается решение о выборе той или иной альтернативы будущего развития компаний. От эффективности данного выбора фактически зависит дальнейшее функционирование компании, которое может как способствовать достижению целевых ориентиров, так и препятствовать ему<sup>16</sup>.



**Рис. 1. Алгоритм исследования**

**Fig. 1. Research algorithm**

<sup>12</sup> Бринза В. В., Германова А. В., Кузнецов И. С. Альтернативы посткризисного развития металлургических предприятий: прогнозирование последствий // Экономика промышленности. 2010. № 3. С. 10–19.

<sup>13</sup> Составлен авторами.

<sup>14</sup> Артяева М. А., Пономаренко Т. В. Выбор стратегических альтернатив при развитии производственного потенциала в горно-металлургической компании // Управление экономическими системами. 2019. № 3(121). С. 24.

<sup>15</sup> Квинт В. Л. К анализу формирования стратегии как науки // Вестник ЦЭМИ. 2018. № 1. <https://doi.org/10.33276/S0000121-6-1>

<sup>16</sup> Квинт В. Л. Концепция стратегирования. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. 170 с. <https://doi.org/10.21603/978-5-8353-2562-7>

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Стратегический выбор альтернатив развития горно-металлургических компаний в современных условиях

В современных условиях вопросы оценки стратегических альтернатив становятся особенно актуальными. Усложнение внешнего окружения компаний и высокая динамичность изменений в значительной степени осложняют процесс выбора направлений долгосрочного развития компаний. Множественность целей и задач, требующих решения, также препятствуют определению и установлению главных приоритетов. На первый план выходят вопросы, связанные с возможностью адаптации стратегий и обеспечения их гибкости. Все это формирует планомерный вопрос об эффективности применяемых методов оценки стратегических альтернатив, не всегда способных учесть современный контекст внешнего окружения и динамики изменения факторов и тенденций.

Для металлургических компаний проблематика стратегического выбора направлений долгосрочного развития стоит особенно остро. Их деятельность отличается специфическими особенностями, требующими учета при принятии управленческих решений. Более того, новые тренды и тенденции внешнего окружения создают большое число потенциальных возможностей для развития организаций металлургического сектора. Однако присутствуют и угрозы, способные в значительной мере повлиять на конкурентоспособность и эффективность деятельности российских предприятий<sup>17</sup>.

Попытки формирования обоснованных прогнозов будущего развития горно-металлургической отрасли непременно наталкиваются на дилемму о том, что будет выступать базисом данного развития. Так, при разработке долгосрочного видения мировой экономики до 2050 года ПАО «ГМК

“Норильский никель”» в качестве главного драйвера, определяющего варианты деятельности, выделяет политику в области изменения климата. Компания предлагает три сценария<sup>18</sup>.

Сценарий 1. Быстрая трансформация, предполагающая ускоренную реализацию мер, направленных на борьбу с изменением климата (вероятность реализации – 25 %).

Сценарий 2. Устойчивый палладий – в его основе предположение о том, что текущие социально-экономические и технологические тенденции сохранятся в долгосрочной перспективе, переход к низкоуглеродному развитию будет постепенным (вероятность реализации – 80 %).

Сценарий 3. Глобальный рост, предполагающий экстенсивное технологическое, промышленное и экономическое развитие без фокуса на экологические и социальные параметры (вероятность реализации – 5 %).

Опираясь на обозначенные сценарии, ПАО «ГМК “Норильский никель”» разрабатывает стратегические альтернативы, делая упор на поиск новых ниш и направлений развития в области формирующейся экономики, диверсификации деятельности, поддержании высоких экологических и социальных стандартов, обеспечении вклада в решение климатических задач.

В основе стратегического видения ПАО «Северсталь» лежат другие вызовы и приоритеты. Согласно утвержденной стратегии компании ключевыми факторами, определяющими точки роста, в среднесрочной перспективе станут развитие внутреннего рынка, импортозамещение и сохранение конкурентоспособности путем достижения технологического лидерства. Все это определяет смещение фокуса компании в сторону модернизации производств, цифровизации и автоматизации технологических процессов, а также оптимизации цепочек поставок<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Неволин А. Е., Череповицын А. Е., Соловьева В. М. Методы формирования стратегических альтернатив для горно-металлургических компаний на примере ПАО «ГМК “Норильский никель”» // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. Т. 26. № 3(81). С. 44–60. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2023.81.003>

<sup>18</sup> Сценарии Норникеля для оценки рисков в связи с изменением климата. ПАО «ГМК «Норильский никель»», 2022. URL: [https://normickel.com/upload/iblock/7d7/nmw4v5d8rpglf634haqe61rlitsevzzf/stsenarii\\_nornikelya\\_dlya\\_otsenki\\_risikov\\_v\\_svyazi\\_s\\_izmeneniyami\\_klimata\\_new.pdf?ysclid=m7vpjzdyn4420869582](https://normickel.com/upload/iblock/7d7/nmw4v5d8rpglf634haqe61rlitsevzzf/stsenarii_nornikelya_dlya_otsenki_risikov_v_svyazi_s_izmeneniyami_klimata_new.pdf?ysclid=m7vpjzdyn4420869582) (дата обращения: 16.03.2025).

<sup>19</sup> Стратегия ПАО «Северсталь» 2024–2028 гг. URL: <https://severstal.com/rus/about/strategy/> (дата обращения: 16.03.2025).

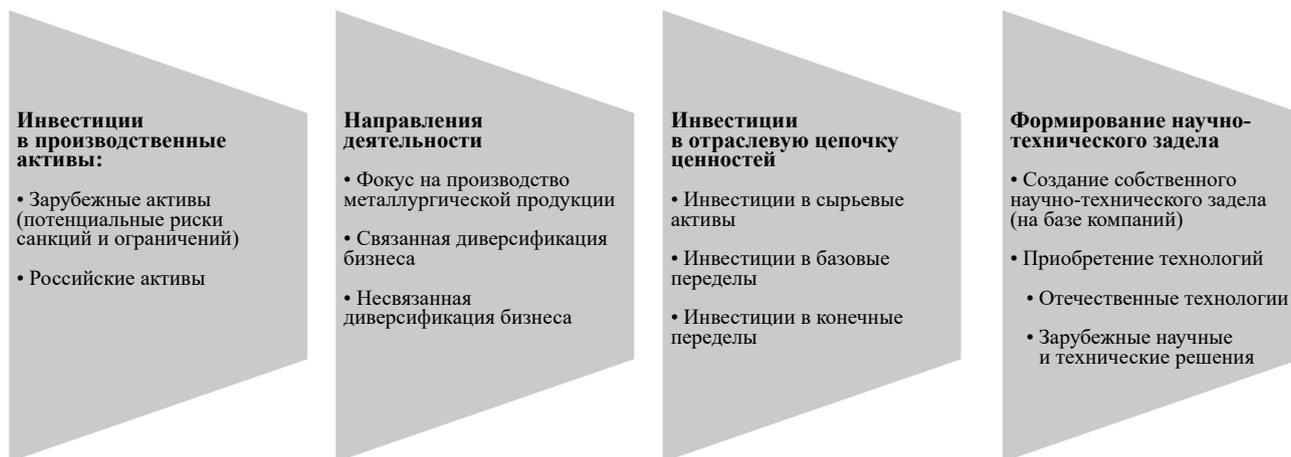
АО «Русская медная компания» в условиях санкционных ограничений оценивает варианты будущего развития через призму диверсификации продукции и рынков сбыта. При этом компания рассматривает сразу несколько альтернатив: (1) разработка и внедрение прогрессивных технологий по извлечению редких металлов, востребованных на рынке, таких как родий и литий; (2) выпуск новых видов продукции, не связанных с основной производственной деятельностью компаний. Так, оценивается возможность отработки техногенных месторождений с целью получения песчано-гравийных материалов и щебня с целью выхода на строительный рынок. Тем самым компания предпринимает попытку адаптации к новым условиям макроокружения.

В условиях нестабильности макроэкономического окружения ПАО «МЕЧЕЛ» также рассматривает будущие альтернативы развития, основываясь на выборе фокуса деятельности: инвестиции в наращивание объемов угля и железной руды или диверсификации бизнеса в такие направления, как машиностроение и энергетика, с целью поддержания устойчивости<sup>20</sup>.

Для большинства отечественных компаний остается актуальным и выбор направлений сбыта готовой продукции. В условиях санкционного давления произошли существенные изменения в существующих цепочках поставок. Именно поэтому компании стоят перед следующим выбором: (1) наращивание поставок на российский рынок; (2) поиск путей сохранения устоявшихся связей; (3) выход на новые перспективные рынки Азии, в том числе сотрудничество с Китаем.

Еще одним важным вопросом выступает технологическая обеспеченность<sup>21</sup>. Приоритеты горно-металлургических компаний ориентированы на ускоренное инновационное развитие<sup>22</sup>. При этом приходится делать выбор в пользу собственных научных разработок или же импорта готовых технических решений, что сейчас во многом затруднено.

В целом можно выделить четыре ключевых направления, в рамках которых принимаются долгосрочные управленческие решения, формирующие вектор стратегий компаний горно-металлургического сектора – рисунок 2<sup>23</sup>.



**Рис. 2. Стратегические альтернативы компаний горно-металлургического сектора, определяющие направления инвестирования**

**Fig. 2. Strategic alternatives that determine investment directions in mining and metallurgy**

<sup>20</sup> Стратегия развития «МЕЧЕЛ». Официальный сайт компании. URL: <https://mechel.ru/about/strategy/> (дата обращения: 16.03.2025).

<sup>21</sup> Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики / В. Л. Квинт [и др.] // Управленческое консультирование. 2022. № 9(165). С. 57–67. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-9-57-67>

<sup>22</sup> Вергакова Ю. В., Бабич Т. Н., Брагина А. В. Стратегические ориентиры модернизации промышленных предприятий России // Экономика в промышленности. 2021. Т. 14. № 3. С. 288–297. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-3-288-297>

<sup>23</sup> Составлен авторами на основе: Обзор рынка черной металлургии. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/d4b/d4b9f67f27e41cb9ec867ddfeb6fc6a9.pdf> (дата обращения: 16.03.2025).

Таким образом, выбор стратегических альтернатив долгосрочного развития горно-металлургических компаний представляется сложной и неструктурированной задачей. Для повышения эффективности решения указанной задачи требуется обратиться к подходам и методам оценки альтернатив, позволяющих сделать обоснованный выбор.

### Обзор методов оценки стратегических альтернатив

Современные методы оценки и выбора альтернатив состоят из методов экспертных оценок и многокритериальных методов, направленных на устранение неопределенности при принятии управленческих решений и прогнозирование возможных результатов.

Методы экспертных оценок ориентированы на формирование стратегических альтернатив решения той или иной задачи и их количественную оценку. Для получения наиболее объективных оценок рассматриваемой проблематики в качестве экспертов, как правило, привлекаются специалисты рассматриваемой сферы или отрасли.

Многокритериальные методы представляют собой процедуры обработки информации, анализа имеющихся вариантов на основе различных критериев приоритизации и определения наилучшего

из них. Критерии при этом должны быть однозначно понимаемы как экспертами, так и лицом, принимающим решение (ЛПР), объективно и в полном объеме характеризовать все основные аспекты оценки, способствовать выработке и принятию эффективных решений.

На рисунке 3<sup>24</sup> систематизированы методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив.

*Метод MAUT* основан на количественных измерениях, который позволяет оценивать и сравнивать альтернативы по нескольким критериям, учитывая предпочтения лица, принимающего решения. В рамках данного метода разрабатываются критерии для оценки, а также формируется функция полезности, имеющая математическое обоснование. Метод MAUT целесообразно применять для сложных управленческих решений с множеством критериев, при этом данный подход требует детально обоснованного определения весов и функций полезности. В некоторых случаях его можно комбинировать с другими методами для повышения надежности<sup>25</sup>.

В качестве основного преимущества обозначенного подхода эксперты отмечают строгое математическое доказательство вида функции полезности<sup>26</sup>. Гибкость, учет предпочтений ЛПР, прозрачность,



Рис. 3. Методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив

Fig. 3. Methods for evaluating and comparing multi-criteria alternatives

<sup>24</sup> Составлен авторами на основе: Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений (на примере задачи выбора поставщиков материально-технических ресурсов) / сост. М. В. Кочкина [и др.]. Набережные Челны: НЧИ К(П)ФУ, 2017. 31 с.

<sup>25</sup> Панкратьев П. С. Поддержка принятия решений при размещении электростанций на основе двухуровневого многокритериального анализа с применением методов MAUT и МАИ // Системные исследования в энергетике // Труды молодых ученых ИСЭМ СО РАН. Вып. 44. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. 175 с.

<sup>26</sup> Рогозин О. В. Сравнительная оценка алгоритмов поддержки принятия решений на основе качественных характеристик // Образовательные технологии. 2010. № 4. С. 84–105.

возможность анализа компромиссов являются также преимуществами данного метода. Недостатком метода является необходимость постановки точных количественных измерений всех основных параметров. Кроме того, может наблюдаться субъективность в весах, сложность определения функций полезности, предположение о независимости критериев (метод не всегда учитывает взаимосвязи между критериями).

*Методы семейства ELECTRE* ориентированы на решение управленческой проблемы при наличии уже сформированных и обоснованных многокритериальных альтернатив. В рамках данного метода существует возможность установления предпочтений ЛПП в процессе назначения степени превосходства одной альтернативы над другой и формирования набора стратегических альтернатив по принципу доминирования<sup>27</sup>. То есть основная идея методов ELECTRE – это постепенное исключение худших альтернатив с использованием бинарных отношений предпочтения и непревосходства. Преимущества методов следующие: позволяют работать с качественными и количественными критериями, проявляется гибкость в части определения порогов согласия и несогласия, можно использовать для частичного ранжирования, то есть не требует полного упорядочивания альтернатив, достаточно релевантно функционирует при большом числе критериев. Недостатки методов: сложность вычислений (особенно при большом количестве вариантов решения проблемы), субъективность в выборе порогов, существует вероятность неполной упорядоченности (некоторые альтернативы могут оказаться несравнимыми), необходимы глубокие знания экспертов для корректного задания весов и порогов.

*Метод TOPSIS* позволяет выбрать альтернативы, которые максимально приближены к идеальному

варианту, то есть выбирается гипотетическая альтернатива с наилучшими значениями по всем критериям. Также выбираются альтернативы с наихудшими значениями по всем критериям<sup>28</sup>. Метод TOPSIS выбирает компромиссный вариант, который максимально приближен к идеалу, а именно имеет высокие оценки по всем полезным критериям, а также максимально удалён от наихудшего решения – избегает плохих значений по всем критериям. Достоинствами метода можно считать простоту и ясную логику, также метод учитывает как ближайшие к идеальным альтернативы, так и дальние (худшие) альтернативы. Кроме того, данный подход эффективен при использовании как количественных, так и качественных критериев в результате их численного преобразования. Данный метод имеет и недостатки, к которым относятся следующие: чувствительность к выбору весовых коэффициентов, зависимость от метода нормализации, также при нелинейных зависимостях могут появляться некорректные результаты<sup>29</sup>.

*Метод вербального анализа решений VAP*. Сущность метода заключается в качественном анализе альтернатив на основе их словесных (вербальных) описаний без использования точных количественных данных. Этот метод применяется в условиях неопределённости, когда числовая информация недоступна, неточна или слишком сложна для формализации<sup>30</sup>. Ключевые особенности метода заключаются в следующем:

- используются качественные критерии – управленческие решения оцениваются по описательным признакам (например, «низкий риск», «высокие капиталовложения», «организационно-технологическая простота реализации решений»);
- применяется логическое сопоставление вариантов на основе экспертных суждений вместо количественных расчётов;

<sup>27</sup> Kravchenko T. K., Druzhaev A. A. Adaptation of ELECTRE family methods for their integration into the Expert Decision Support System // Business Informatics. 2015. Vol. 32. P. 69–78.

<sup>28</sup> Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений (на примере задачи выбора поставщиков материально-технических ресурсов) / сост. М. В. Кочкина [и др.]. Набережные Челны: НЧИ К(П)ФУ, 2017. 31 с.

<sup>29</sup> Hwang C.-L., Yoon K. Multiple attribute decision making: methods and applications. Berlin: Springer-Verlag, 1981.

<sup>30</sup> Ларичев О. И. Новый способ анализа неструктурированных проблем: вербальный анализ решений // Проблемы системного анализа и управления: сборник трудов Института системного анализа Российской академии наук / под ред. С. В. Емельянова. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 57–91.

- наблюдается ситуационная гибкость использования – подходит для сложных, слабоструктурированных задач, где традиционные математические модели неприменимы;
- задействуется экспертная оценка – довольно часто базируется на мнениях специалистов, которые способны интерпретировать вербальные формулировки.

Метод ВАР крайне полезен, в случае когда важны смысловые нюансы, а не точные цифры. При этом основной недостаток метода – субъективность и зависимость от интерпретации экспертов, их компетенций и объективности.

Простой метод многокритериальной оценки SMART отнесен к эвристической группе методов и не имеет строгого математического обоснования. Оценка альтернатив строится на основе получения и агрегации информационных данных. Плюсами практического применения метода выступают простота и достоверность полученных результатов, а также возможность учесть в процессе оценки чувствительности воздействие параметров неточности измерений и корреляционной зависимости между отдельными критериями. Недостатком данного метода являются отсутствие возможности учета корреляций изменений, а также неаддитивность при осуществлении оценки альтернатив.

*Метод аналитических сетей ANP (Analytic Network Process)* позволяет комплексно использовать все виды зависимостей и устанавливать обратную связь. Представляет собой многокритериальный метод принятия решений, разработанный Томасом Саати как развитие метода анализа иерархии (см. ниже). Управленческая проблема структурируется посредством аналитической сети. С целью ранжирования альтернатив используются парные сравнения для оценки веса отдельных элементов системы. Метод способствует определению сложных взаимосвязей между элементами управленческого решения за счет отсутствия ограничений

между корреляционной зависимостью альтернатив и критериев<sup>31</sup>. Ограниченная область использования данного метода объясняется неоднозначностью распределения приоритетов. В качестве преимуществ метода представляется возможным отметить следующее: подходит для сложных систем с переплетенными критериями (например, выбор стратегии высокодиверсифицированной компании, оценка ресурсных инвестиционных проектов), осуществляется учет обратных связей, что позволяет моделировать реальные производственные и управленческие ситуации, где факторы взаимозависимы, осуществляется комбинация качественных и количественных данных. К недостаткам использования ANP относится высокая сложность – построение аналитической сети и заполнение матриц требует значительного количества времени и экспертизы, кроме того, наблюдается высокая трудоемкость расчетов и субъективность.

*Метод анализа иерархий (МАИ)*, основанный на качественных измерениях, результаты которых переводятся в количественный вид, был разработан известным американским ученым-математиком Т. Саати<sup>32</sup>. Базисом данного метода является линейная функция полезности, на основе которой разрабатывается структура взаимосвязи между отдельными исследуемыми объектами и критериями. Для ранжирования весов объектов используются методы экспертных оценок, что позволяет преобразовать качественные измерения в количественные характеристики. Полученные результаты размещаются на общей шкале приоритетности. Использование шкалы при оценке объектов считается одной из главных особенностей применения данного метода<sup>33</sup>.

Алгоритм применения метода МАИ включает в себя ряд последовательных этапов:

- 1) обозначение иерархии, что предполагает определение ключевой задачи, формирование альтернатив и разработку системы критериев для их оценки;

<sup>31</sup> Milkova M. A., Andreichicov A. V., Andreichicova O. N. Decision-making under uncertainty: a heuristics overview and the analytic network process // Journal of the Higher School of Economics. 2019. Vol. 4. P. 730–751.

<sup>32</sup> Saaty T. L. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process // Mgmt Science. 1986. Vol. 32(7). P. 841–855.

<sup>33</sup> Saaty T. L. Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world. RWS Publications, 1990. 292 p.

2) расстановка приоритетов, которая осуществляется путем попарного сравнения критериев;

3) сравнение альтернатив по каждому из выбранных критериев;

4) проверка на уровень согласованности, позволяющая избежать ошибок при построении матриц для попарной оценки критериев и альтернатив.

Преимущество данного метода состоит в возможности сравнения разрабатываемых альтернатив и четкой структуризации даже сложно формализуемых проблем, что предопределяет широкие возможности его использования при решении поставленной исследовательской задачи. Также применение указанного метода дает возможность количественно оценить предлагаемые альтернативные решения, что в существенной мере упрощает выбор наиболее эффективного варианта.

Таким образом, на сегодняшний день существует множество методов и подходов к оценке альтернатив, позволяющих осуществить стратегический выбор. При этом каждый метод имеет как преимущества, так и недостатки. Выбор того или иного метода зависит от специфики оцениваемого объекта, множественности критериев, необходимых к учету, сложности самих альтернатив, формирующих основу стратегии.

### **Возможности использования методов оценки альтернатив при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний**

Стратегическое планирование развития производственно-хозяйственной деятельности горно-металлургических компаний представляет сложный процесс, основанный на долгосрочном планировании, прогнозировании, последующем стратегическом выборе стратегии и непрерывном мониторинге ее реализации. Комплексный характер анализа внутреннего и внешнего окружения компаний предопределяет наличие большого числа факторов, влияющих на эффективность осуществления стра-

тегии. Данный факт обуславливает сложность и самих стратегических альтернатив<sup>34</sup>.

Несмотря на то, что компании устанавливают конкретные средне- и долгосрочные цели, пути их достижения всегда вариативны. Более того, изменчивость внешнего окружения определяет необходимость постоянного контроля и адаптации выбранных вариантов развития. В таблице<sup>35</sup> представлены результаты анализа возможностей применения методов оценки альтернатив при стратегическом выборе горно-металлургических компаний.

Надежность и достоверность полученных результатов и принятых решений будет определяться последовательностью выполнения задач, а именно:

- выявление конкретной проблемы, формулировка задачи и её аналитическое описание, теоретическое обоснование задачи и подходов к её решению, уточнение понятий и терминов;
- определение специфических критериев оценки стратегического развития горно-металлургической компании;
- выбор и применение методики оценки;
- формирование альтернативных вариантов решений и обоснование их предпочтительности.
- принятие решения, определение степени достижения целей и совокупности затрат и ресурсов для принятия и реализации решения;
- обобщение полученных новых знаний, системных результатов и формулировка последующих задач развития исследования.

Современный этап развития горно-металлургических компаний отличается разнонаправленностью приоритетов, связанной с ранее упомянутым изменением роли самих металлов на традиционных рынках. Так, с одной стороны, компании создают свой вклад в достижение глобальных целей устойчивого развития (ЦУР), а с другой – являются источниками социальных и экологических рисков. Ввиду чего при оценке стратегических

<sup>34</sup> Романова О. А., Сиротин Д. В. Стратегический вектор развития металлургии России в условиях новой реальности // Известия Уральского государственного горного университета. 2022. № 3(67). С. 133–145. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-3-133-145>

<sup>35</sup> Составлена авторами.

**Таблица. Методы оценки альтернатив при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний**  
**Table. Methods for evaluating alternatives for strategic planning in mining and metallurgy**

Наименование метода	Цели применения при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний	Ограничения	Рекомендации, направленные на адаптацию метода с целью учета специфики горно-металлургической отрасли
Метод MAUT	<p>Может быть использован для поддержки управленческих решений и выбора оптимальной стратегии, максимизирующей полезность для компании при одновременном учете множества факторов (экономическая эффективность, технологическая обеспеченность, социальная ответственность и пр.)</p>	<p>– сложность определения и количественной оценки полезности критериев;          – неточность при количественной оценке параметров ведет к искажению результатов;          – невозможность учета динамики внешних параметров</p>	<p>– выбираемые критерии должны отражать специфику деятельности горно-металлургических компаний;          – необходимо учитывать неопределенность макроэкономической среды и возможность изменений во внешних условиях (применение вероятностных моделей или сценарного подхода);          – для всесторонней оценки требуется привлечение специалистов и экспертов различных профилей</p>
Методы ELECTRE	<p>Позволяют принимать решения в рамках стратегического выбора альтернатив, а также достаточно обоснованно определять компромиссы между различными критериями (основа для принятия релевантных управленческих решений краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного характера)</p>	<p>– необходимость обработки значительного объема информации, включая числовые данные;          – чувствительность конечных результатов к выбору пороговых значений (пороги согласия и несогласия, например, довольно важно устанавливать такие пороги в экологической и социальной сфере);          – метод не применим для задач, требующих численного ранжирования предлагаемых альтернатив стратегического характера</p>	<p>– учет специфики отрасли при формировании системы критериев – экологические критерии могут быть сопряжены с выбросом парниковых газов, утилизацией отходов горных пород и металлургических шламов, комплексным использованием полезных компонентов, рациональным водопользованием и др.;          – для снижения субъективности получаемых результатов целесообразно рассмотреть возможность дополнительного вовлечения методов группового принятия решений (метод Дельфи или метод анализа иерархий);          – использование специализированного программного обеспечения для проведения более полной оценки (с учетом множества критериев)</p>

Продолжение таблицы / Continuation of the Table

Наименование метода	Цели применения при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний	Ограничения	Рекомендации, направленные на адаптацию метода с целью учета специфики горно-металлургической отрасли
Метод TOPSIS	Выбор оптимальных стратегических альтернатив развития компаний – в большей степени соответствующих «идеальному» решению и удаленных от наилучшего варианта	– невозможность вовлечения качественных критериев; – чувствительность результатов к выбору весов критериев; – линейная нормализация данных может исказить итоговые результаты; – трудность в определении идеального решения (так, экономические показатели могут противоречить экологическим параметрам)	– проработка условий наилучшего и наилучшего сценария для горно-металлургической компании, использование взвешенных весов с учетом приоритетов компаний; – интеграция нелинейных методов нормализации данных (для учета зависимости затрат от объема добычи); – преобразование качественных критериев в количественные индикаторы с использованием методов нечетких множеств (например, показатель социальной ответственности в конкретных параметрах – расходы на социальные программы)
Метод ВАР	Может быть использован для укрупненной (возможно предварительной) оценки и сравнения стратегических альтернатив горно-металлургических компаний, позволяет учитывать качественные критерии	– отсутствие опоры на количественные индикаторы приводит к неточности итоговых результатов; – трудности в интерпретации имеющихся данных и обосновании конечных результатов оценки альтернатив, что предполагает наличие высококвалифицированных экспертов и их нацеленность на глубокую объективность	– требуется разработка действенной системы качественных критериев и специальных методических подходов к их оцениванию экспертами, введение специальных шкал для унификации оценки; – комбинировать метод с инструментами группового принятия решений, проверить согласованность мнений экспертов и минимизировать возникающие и потенциальные противоречия на каждом этапе алгоритма оценивания
Простой метод многокритериальной оценки SMART	Принятие управленческих решений за счет структурированного сравнения рассматриваемых альтернатив (краткосрочных и долгосрочных)	– метод основан на использовании упрощенных оценок, что не позволяет учесть специфику и сложность деятельности горно-металлургических компаний;	– фокус на разработке критериев, учитывающих специфику деятельности горно-металлургических компаний; – снижение субъективности подходов к определению весов требует использования дополнительных методов

Продолжение таблицы / Continuation of the Table

Наименование метода	Цели применения при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний	Ограничения	Рекомендации, направленные на адаптацию метода с целью учета специфики горно-металлургической отрасли
Простой метод многокритериальной оценки SMART	Может быть эффективно использован в контексте стратегического планирования развития горно-металлургических компаний для решения сложных многокритериальных задач и последующего выбора оптимальных альтернатив. Метод позволяет моделировать нелинейные зависимости и обратные связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>– чувствительность итоговых результатов к выбору весов для критериев;</li> <li>– опора исключительно на количественные оценки</li> </ul>	(например, метода анализа иерархий) или применения эффективных методик к отбору экспертов
Метод аналитических сетей ANP	Может быть эффективно использован в контексте стратегического планирования развития горно-металлургических компаний для решения сложных многокритериальных задач и последующего выбора оптимальных альтернатив. Метод позволяет моделировать нелинейные зависимости и обратные связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая трудоемкость построения и анализа сложных сетевых структур;</li> <li>– чувствительность результатов к выбору весов и оценок взаимного влияния выбранных критериев;</li> <li>– требует точных количественных данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– при разработке сетевой структуры должны быть учтены специфические характеристики горно-металлургического сектора;</li> <li>– для учета факторов неопределенности (цены, геологические данные и другие параметры) следует дополнительно использовать вероятностные модели и сценарные подходы, что позволит сделать метод более гибким и адаптивным</li> </ul>
Метод МАИ	Обоснованный стратегический выбор альтернатив развития горно-металлургических компаний путем декомпозиции сложной задачи на иерархические уровни	<ul style="list-style-type: none"> <li>– линейная структура построения иерархии «упрощает» процесс оценки и не позволяет учесть более сложные взаимосвязи между критериями и альтернативами;</li> <li>– субъективность экспертных оценок (несогласованность мнений) может повлиять на эффективность итоговых результатов;</li> <li>– трудности при выборе оптимального числа критериев для проведения оценки альтернатив;</li> <li>– формальный подход к попарному сравнению (условные оценки для критериев)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применение количественных и качественных индикаторов позволяет расширить возможность оценки альтернатив с учетом особенностей отрасли;</li> <li>– формальный подход к выставлению баллов может быть заменен специальной шкалой, отражающей специфику факторов, характерных для горно-металлургического сектора;</li> <li>– дополнительное использование экспертных методов (метод Дельфи, дискуссионные панели и пр.) для повышения прозрачности и точности градации критериев и их весов</li> </ul>

альтернатив развития компаний могут присутствовать противоречия. К примеру, стремление наращивать объемы производства может быть ограничено необходимостью строгого соблюдения экологических стандартов и соблюдения условий климатической повестки. И, напротив, интенсивный вклад в эколого-ориентированное развитие может не сочетаться с финансово-экономическими приоритетами организаций.

Вместе с тем критерии оценки альтернатив развития горно-металлургических компаний должны в полной мере отражать отраслевую специфику, а их применение должно однозначно показывать степень достижения той или иной цели при выборе конкретной альтернативы. При этом полнота оценки в данном случае должна обеспечиваться путем использования как количественных, так и качественных критериев. Так, например, критерий соответствия стратегическим целям нельзя оценить количественно, но можно разработать формализованный подход к его определению.

Учитывая специфику формируемых горно-металлургическими компаниями альтернатив, множественность факторов и разнонаправленный характер приоритетов, наиболее подходящими из существующих являются методы MAUT, ANP и МАИ. Данные подходы позволяют устанавливать целевой приоритет, определять градацию критериев и выбирать наиболее оптимальную стратегическую альтернативу, принимая во внимание как количественные, так и качественные индикаторы. Для адаптации методов под условия горно-металлургической отрасли большое внимание должно быть уделено формированию системы критериев. Они должны отвечать следующим требованиям:

- соответствие стратегическим целям компании; охват ключевых направлений деятельности компаний (производство, сбыт, экологическое и социальное направление, инвестиционную политику и пр.);
- учет макроэкономических условий (внешних параметров рынка);
- отражение специфических условий и факторов функционирования горно-металлургических компаний;

– однозначность и измеримость (в случае качественных критериев должны быть проработаны специальные шкалы для их измерения).

Также следует указать на один из главных недостатков существующих методов – необходимость привлечения экспертных оценок. С одной стороны, это позволяет наиболее полно отразить условия осуществления альтернатив, с другой же – существует проблема необъективности результатов, так как они фактически зависят от эффективности выбора экспертов и их квалификации в тех или иных вопросах. Для нивелирования данной проблематики стоит ориентироваться на использование дополнительных методов групповой оценки – метод Дельфи, экспертные панели и пр., что позволит повысить уровень объективности и прозрачности получаемых оценок.

При осуществлении стратегического выбора следует рассмотреть возможность комбинирования методов оценки альтернатив со сценарными подходами для обеспечения полноты учета внешнего окружения горно-металлургических компаний. Это позволит обеспечить гибкость разрабатываемых и реализуемых стратегий.

Таким образом, современные методы позволяют оценивать стратегические альтернативы горно-металлургических компаний. Однако их применение невозможно без адаптации их функций и параметров к специфике металлургического сектора, а также особенностям внешней среды, характеризующейся высокой степенью неопределенности и изменчивости.

## **ВЫВОДЫ**

От эффективности стратегического выбора альтернатив во многом зависят возможности долгосрочного развития горно-металлургических компаний. В современных условиях предприятиям приходится постоянно выбирать направления развития с целью обеспечения гибкости и адаптации к возникающим вызовам.

В условиях изменения роли металлов в глобальной экономике очень важно делать упор на стратегическое планирование и прогнозирование, разрабатывать долгосрочные стратегии, которые позволят

нивелировать потенциальные угрозы и реализовать возникающие возможности. В то же время выбор стратегических альтернатив представляется сложной и неструктурированной задачей, требующей особых подходов к решению.

В рамках исследования проведен обзор современных методов оценки альтернатив, включая метод многокритериальной теории полезности MAU, методы ELECTRE, метод TOPSIS, метод вербального анализа решений VAP, простой метод многокритериальной оценки SMART, метод аналитических сетей ANP, метод МАИ, выявлены как преимущества, так и недостатки подходов. Определено, что существующие методы и подходы применимы при стратегическом планировании развития горно-металлургических компаний, несмотря на наличие ряда ограничений.

Установлено, что для учета специфики горно-металлургического сектора следует провести адап-

тацию существующих подходов. В частности, особое внимание должно быть уделено критериям, эффективность использования которых будет определяться степенью отражения стратегических целей компаний, уровнем охвата ключевых направлений деятельности компаний, возможностью учета неопределенности внешней среды и нестабильности макроэкономических условий. Также необходимо учитывать разнонаправленность приоритетов горно-металлургических компаний, вызванную новыми глобальными вызовами, стоящими перед предприятиями.

Адаптация рассмотренных подходов позволит горно-металлургическим компаниям осуществлять обоснованный стратегический выбор направлений развития и принимать эффективные управленческие решения, влияющие на устойчивый рост предприятия в долгосрочной перспективе.

## ЛИТЕРАТУРА

- Адно Ю. Л. Основные проблемы перехода к «зеленой металлургии» // *Сталь*. 2022. № 4. С. 41–47.
- Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений (на примере задачи выбора поставщиков материально-технических ресурсов) / сост. М. В. Кочкина [и др.]. Набережные Челны: НЧИ К(П)ФУ, 2017. 31 с.
- Артяева М. А., Пономаренко Т. В. Выбор стратегических альтернатив при развитии производственного потенциала в горно-металлургической компании // *Управление экономическими системами*. 2019. № 3(121). С. 24.
- Бринза В. В., Германова А. В., Кузнецов И. С. Альтернативы посткризисного развития металлургических предприятий: прогнозирование последствий // *Экономика промышленности*. 2010. № 3. С. 10–19.
- Вертакова Ю. В., Бабич Т. Н., Брагина А. В. Стратегические ориентиры модернизации промышленных предприятий России // *Экономика в промышленности*. 2021. Т. 14. № 3. С. 288–297. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-3-288-297>
- Глушакова О. В., Черникова О. П. Институализация ESG-принципов на международном уровне и в Российской Федерации, их влияние на деятельность предприятий черной металлургии. Часть 1 // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. 2023. Т. 66. № 2. С. 253–264. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-2-253-264>
- Говорухин В. А., Кучина Е. В. Устойчивое развитие предприятий металлургической промышленности в контексте ESG-трансформации // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2023. Т. 17. № 2. С. 92–100. <https://doi.org/10.14529/em230207>
- Квинт В. Л. К анализу формирования стратегии как науки // *Вестник ЦЭМИ*. 2018. № 1. <https://doi.org/10.33276/S0000121-6-1>

- Квинт В. Л. Концепция стратегирования. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. 170 с. <https://doi.org/10.21603/978-5-8353-2562-7>
- Костюхин Ю. Ю. Стратегическое управление российской металлургией в условиях вызовов и рисков // *Управленческие науки*. 2022. Т. 12. № 2. С. 21–32. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2022-12-2-21-32>
- Ларичев О. И. Новый способ анализа неструктуризованных проблем: вербальный анализ решений // *Проблемы системного анализа и управления: сборник трудов Института системного анализа Российской академии наук / под ред. С. В. Емельянова*. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 57–91.
- Неволин А. Е., Череповицын А. Е., Соловьева В. М. Методы формирования стратегических альтернатив для горно-металлургических компаний на примере ПАО «ГМК «Норильский никель»» // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2023. Т. 26. № 3(81). С. 44–60. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2023.81.003>
- Панкратьев П. С. Поддержка принятия решений при размещении электростанций на основе двухуровневого многокритериального анализа с применением методов МАУТ и МАИ // *Системные исследования в энергетике // Труды молодых ученых ИСЭМ СО РАН*. Вып. 44. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. 175 с.
- Прохорова И. С., Устинов В. С., Елхова А. В. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации // *Вестник университета*. 2023. № 12. С. 44–52. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-12-44-52>
- Рогозин О. В. Сравнительная оценка алгоритмов поддержки принятия решений на основе качественных характеристик // *Образовательные технологии*. 2010. № 4. С. 84–105.
- Романова О. А., Сиротин Д. В. Стратегический вектор развития металлургии России в условиях новой реальности // *Известия Уральского государственного горного университета*. 2022. № 3(67). С. 133–145. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-3-133-145>
- Самарина В. П., Складорова Е. А., Жилинкова А. П. Перспективы развития российской металлургии в условиях новых экономических вызовов геополитического генезиса // *Фундаментальные исследования*. 2023. № 3. С. 17–22. <https://doi.org/10.17513/fr.43437>
- Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики / В. Л. Квинт [и др.] // *Управленческое консультирование*. 2022. № 9(165). С. 57–67. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-9-57-67>
- Cheropovitsyn A., Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition—a review // *Energie*. 2022. Vol. 15(1). P. 387–405. <https://doi.org/10.3390/en15010387>
- Dmitrieva D., Solovyova V. Russian arctic mineral resources sustainable development in the context of energy transition, ESG agenda and geopolitical tensions // *Energies*. 2023. Vol. 16(13). P. 5145. <https://doi.org/10.3390/en16135145>
- Hwang C. L., Yoon K. Multiple attribute decision making: Methods and applications. Berlin: Springer-Verlag, 1981.
- Ingaldi M., Ulewicz R. The business model of a circular economy in the innovation and improvement of metal processing // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. P. 5513. <https://doi.org/10.3390/su16135513>
- Kravchenko T. K., Druzhaev A. A. Adaptation of ELECTRE family methods for their integration into the Expert Decision Support System // *Business Informatics*. 2015. Vol. 32. P. 69–78.

- Milkova M. A., Andreichicov A. V., Andreichicova O. N. Decision-making under uncertainty: A heuristics overview and the analytic network process // *Journal of the Higher School of Economics*. 2019. Vol. 4. P. 730–751.
- Saaty T. L. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process // *Mgmt Science*. 1986. Vol. 32(7). P. 841–855.
- Saaty T. L. Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world. RWS Publications, 1990. 292 p.

## REFERENCES

- Adno YuL. Basic problems of transition to the “green” metallurgy. *Stal*. 2022;4:41–47. (In Russ.)
- Analiz mnogokriterialnykh metodov prinyatiya upravlencheskikh resheniy (na primere zadachi vybora postavshchikov materialno-tekhnicheskikh resursov) [Analysis of multi-criteria methods for managerial decisions: Selecting suppliers of material and technical resources]. Eds MV Kochkina, AN Karamyshev, II Makhmutov, AG Isavnin, AK Rozentsweig. Naberezhnye Chelny: NChI K(P)FU; 2017. 31 p. (In Russ.)
- Artyaeva MA, Ponomarenko TV. Developing and selecting strategic alternatives in the management of production facilities in mining and metallurgy. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami* [Management of economic systems]. 2019;3(121):24. (In Russ.)
- Brinza VV, Germanova AV, Kuznescov IS. Alternatives of development of postcrisis development of the metallurgical enterprises: forecasting of consequences. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2010;3:10–19. (In Russ.)
- Cherepovitsyn A, Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition—a review. *Energie*. 2022;15(1):387–405. <https://doi.org/10.3390/en15010387>
- Dmitrieva D, Solovyova V. Russian arctic mineral resources sustainable development in the context of energy transition, ESG agenda and geopolitical tensions. *Energies*. 2023;16(13):5145. <https://doi.org/10.3390/en16135145>
- Glushakova OV, Chernikova OP. Institutionalization of ESG-principles at the international level and in the Russian Federation, their impact on ferrous metallurgy enterprises. Report 1. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2023;66(2):253–264. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-2-253-264>
- Govoruhin VA, Kuchina EV. Sustainable development of the metallurgical industry in the context ESG transformations. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*. 2023;17(2):92–100. (In Russ.) <https://doi.org/10.14529/em230207>
- Hwang C. L., Yoon K. Multiple attribute decision making: Methods and applications. Berlin: Springer-Verlag; 1981.
- Ingaldi M, Ulewicz R. The business model of a circular economy in the innovation and improvement of metal processing // *Sustainability*. 2024;16:5513. <https://doi.org/10.3390/su16135513>
- Kostyukhin YuYu. Strategic management of Russian metallurgy in the context of challenges and risks. *Management Sciences*. 2022;12(2):21–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2022-12-2-21-32>
- Kravchenko TK, Druzhaev AA. Adaptation of ELECTRE family methods for their integration into the Expert Decision Support System. *Business Informatics*. 2015;32:69–78.
- Kvint VL. To the analysis of the formation of a strategy as a science. *Vestnik TSEHMI* [Bulletin of the Central Institute of Economics and Mathematics]. 2018;1. (In Russ.) <https://doi.org/10.33276/S0000121-6-1>

- Kvint VL. The concept of strategizing. Kemerovo: Kemerovo State University; 2020. 170 p. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/978-5-8353-2562-7>
- Kvint VL, Novikova IV, Alimuradov MK, Sasaev NI. Strategizing the National Economy during a Period of Burgeoning Technological Sovereignty. *Administrative consulting*. 2022;9:57–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-9-57-67>
- Larichev OI. Novyy sposob analiza nestrukturizovannykh problem: verbalnyy analiz resheniy [A new way of analyzing unstructured problems: Verbal decision analysis]. *Problems of system analysis and management: Proceedings of the Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences*. Eds SV Emelyanov, V Emelyanov. Moscow: Editorial URSS; 2001. P. 57–91. (In Russ.)
- Milkova MA, Andreichicov AV, Andreichicova ON. Decision-making under uncertainty: A heuristics overview and the analytic network process. *Journal of the Higher School of Economics*. 2019;4:730–751.
- Nevolin AE, Cherepovitsyn AE, Solovyova VM. Methods for developing strategic alternatives for the mining and metals sector: A case study of Nor Nickel. *The North and the Market: Forming the Economic Order*. 2023;2:44–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2023.81.003>
- Pankratiev PS. Podderzhka prinyatiya resheniy pri razmeshchenii elektrostantsiy na osnove dvukhurovnevoogo mnogokriterialnogo analiza s primeneniym metodov MAUT i MAI [Decision-making support for power plant siting on the basis of two-level multicriteria analysis using MAUT and MAI methods. *System researches in power engineering*]. *Proceedings of young scientists of ISEM SB RAS*. Vol. 44. Irkutsk: ISEM SB RAS; 2014. 175 p. (In Russ.)
- Prokhorova IS, Ustinov VS, Elkhova AV. Digital maturity of the Russian metallurgical industry: Drivers and challenges of growth in new geopolitical conditions. Part II. Key directions of digital transformation. *Vestnik universiteta*. 2023;12:44–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-12-44-52>
- Rogozin OV. Sravnitel'naya otsenka algoritmov podderzhki prinyatiya resheniy na osnove kachestvennykh kharakteristik [Comparative evaluation of decision support algorithms based on qualitative characteristics]. *Obrazovatelnyye tekhnologii [Educational Technologies]*. 2010;4:84–105. (In Russ.)
- Romanova OA, Sirotin DV. Strategic vector for the development of Russian metallurgy in the new reality. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo Universiteta*. 2022;3(67):133–145. (In Russ.) <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-3-133-145>
- Saaty TL. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Mgmt Science*. 1986;32(7):841–855.
- Saaty TL. *Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. RWS Publications; 1990. 292 p.
- Samarina VP, Sklyarova EA, Zhilinkova AP. Prospects for the development of Russian metallurgy in the context of new economic challenges of geopolitical genesis. *Fundamental Research*. 2023;3:17–22. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/fr.43437>
- Vertakova YuV, Babich TN, Bragina AV. Strategic landmarks for modernization of industrial enterprises of Russia. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021;14(3):288–297. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-3-288-297>

**КРИТЕРИИ АВТОРСТВА:** Все авторы внесли равный вклад в исследование и подготовку публикации.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:** Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и/или публикации данной статьи.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:** Неволин Александр Евгеньевич, канд. экон. наук, младший научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»; [aprec99@mail.ru](mailto:aprec99@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0006-5752-5395>

Череповицын Алексей Евгеньевич, д-р экон. наук, заведующий кафедрой организации и управления, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 1; [alekseicherepov@inbox.ru](mailto:alekseicherepov@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0472-026X>

**CONTRIBUTION:** All the authors contributed equally to the study and bear equal responsibility for information published in this article.

**CONFLICT OF INTEREST:** The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

**ABOUT AUTHORS:** Alexander E. Nevolin, PhD (Econ.), Junior Researcher, Luzin Institute for Economic Studies, Kola Research Center, Russian Academy of Sciences; [aprec99@mail.ru](mailto:aprec99@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0006-5752-5395>

Alexey E. Cherepovitsyn, Doctor of Economics, Head of the Department of Organization and Management, St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II; [alekseicherepov@inbox.ru](mailto:alekseicherepov@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0472-026X>