

Для цитирования: Полянская И. Г., Юрак В. В. Управление недропользованием в условиях повышенной неопределенности // Журнал экономической теории. — 2020. — Т.17. — №3. — С. 679-693

<https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-3.12>

УДК 330.15

JEL M1, M2

И. Г. Полянская^{а)}, В. В. Юрак^{а, б)}

^{а)} Институт экономики УрО РАН (Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: irina-pol2004@mail.ru)

^{б)} Уральский государственный горный университет

УПРАВЛЕНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ¹

Недропользование, как одна из наиболее консервативных отраслей промышленности, в XXI веке стоит на пороге кардинальных изменений. К сожалению, темпы динамики трансформаций внешней среды настолько высоки, что горнодобывающие компании во всем мире просто не успевают адаптироваться к столь быстро изменяющимся условиям. Хаос развития внешней среды способствовал появлению прецедентов отказа международных промышленных компаний от разработки долгосрочных стратегий развития. Такой дерзкий шаг отражает кризис теории и методологии менеджмента, так как имеющиеся методы анализа и оценки гуманистических систем, т. е. таких, в которых участвует человек, не дают валидных результатов. Проблемы принятия решений, которые в широком плане можно рассматривать как проблемы анализа сложных систем, занимают все большее место в современной науке. Предметной областью данного исследования выступает теория и методология принятия решений в условиях повышенной неопределенности. Объект исследования — недропользование, как одна из наиболее консервативных отраслей хозяйства, стоящая на пороге кардинальных изменений. Целью исследования выступает применение теории и методологии принятия решений в условиях повышенной неопределенности в сфере недропользования. Результаты исследования: 1) рассмотрены теория и методология принятия решений в условиях повышенной неопределенности; 2) применены методы форсайт-исследований (как эффективного инструмента анализа и оценки гуманистических систем) для идентификации вызовов и угроз в целях минимизации риска неэффективного управления недропользованием и сокращения неопределенности или адаптации системы управления недропользованием к ней; 3) проанализированы уже имеющиеся мировые практики управления идентифицированными вызовами и угрозами для определения имеющихся альтернатив развития компаний-недропользователей.

Ключевые слова: вызовы и угрозы, риски, принятие решений, нечеткая логика, гуманистическая сложная система, форсайт, проектный подход, недропользование, менеджмент, управление

Введение

Недропользование, как одна из наиболее консервативных отраслей промышленности, в мировой экономике XXI века стоит на пороге кардинальных изменений под воздействием внешней среды. К сожалению, темпы динамики трансформаций внешней среды настолько высоки, что горнодобывающие компании во всем мире просто не успевают адаптироваться к столь быстро изменяющимся условиям. Так, например, за последнее время Соединенные Штаты Америки обложили пошлинами товары из КНР (в том числе титан, кобальт и висмут)²; выросли роялти за добычу

меди, золота и кобальта³; Танзания отметилась совершенствованием нормативно-правовой базы в части утверждения постоянного суверенитета государства над своими природными ресурсами⁴; а в Замбии после аудита финансовой отчетности недропользователей компании First Quantum Minerals были доначислены налоги на сумму 7,9 млрд долл США⁵. Более того, знаменитый COVID-2019, вирусная инфекция, не только нанесла значительный урон экономикам всех стран, но и обрушила энергетический рынок. Согласно новостной ленте

(дата обращения 26.04.2019).

³ Mining Weekly, 15 июня 2018 года. «Resource nationalism on the rise in sub-Saharan Africa», by Nadine James [Electronic resource]. URL: <http://www.miningweekly.com/article/resource-nationalism-on-the-rise-in-sub-saharan-africa-2018-06-15-1> (дата обращения 26.04.2019).

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

¹ © Полянская И. Г., Юрак В. В. Текст. 2020.

² Reuters, 18 сентября 2018 года. «U.S.» gives rare earths reprieve in revised \$200 billion China tariff list», by Tom Daly [Electronic resource]. URL: <https://www.reuters.com/article/us-usa-trade-china-minerals/u-s-gives-rare-earths-reprieve-in-revised-200-billion-china-tariff-list-idUSKCN1LY0QK>

Всемирного банка в отношении последствий пандемии COVID-2019 в большей степени в сфере недропользования пострадали горнодобывающие компании угля, нефти и газа (прогноз снижения порядка 40 % в сравнении с ценами прошлого года) и даже некоторых промышленных металлов: отмечен значительный спад цен в 2020 году на медь и цинк (снижение зафиксировано на уровне 15 % в сравнении с 2019 годом).

Более того, отсутствие интереса подрастающих поколений к профессии «горный инженер» и стремительное старение кадров не улучшают текущую ситуацию в горнопромышленном секторе в масштабах мира. Также свою негативную лепту вносит и чрезмерная гуманитаризация образовательного рынка — перекося спроса обучающихся на специальности экономической, юридической и управленческой направленности. При рассмотрении российского рынка стоит отметить, что истоки этой проблемы кроются уже в выборе будущими абитуриентами предметов для сдачи ЕГЭ на школьной скамье: физику, как один из ключевых инженерных предметов, при поступлении в вузы абитуриенты выбирают все реже.

Дополнительной угрозой для недропользования выступает и массовая озабоченность общества вопросами изменения климата и реализации принципов концепции устойчивого развития в управлении процессами в масштабах отдельных стран и мира в целом (Mateus, Martins, 2019; Бурцев, 2005). Более того, все чаще и чаще встает вопрос переоценки реальной экономической ценности природных ресурсов экосистем и последующей интеграции рынков экосистемных услуг на всех уровнях управления: муниципальном, региональном, национальном и международном, в том числе при выстраивании и различных межуровневых рыночных связей. Это, в свою очередь, будет способствовать более жесткой конкуренции недропользователей с другими природопользователями биотических ресурсов за право добычи и последующего вовлечения добытых ресурсов в хозяйственный оборот, расположенных на конкретной пространственной единице — территории, как в горизонтальном (площадном) масштабе, так и в вертикальном. И это не весь перечень вызовов и угроз, которые стоят перед горной промышленностью (Сахарова, 2014; Подзоров, 2019). Такой положительный факт, как рост цен на сырьевые товары, может как способствовать развитию сектора, так и вести к повышению инфляции и увеличению сопутствующих издержек,

что в результате даст снижение рентабельности (Achzet, Helbig, 2017). В столь трудные времена недропользователям просто необходимо обозначить стратегию своей деятельности в обозримом будущем (Arndt, et al., 2017).

Хаос развития внешней среды способствовал появлению прецедентов отказа международных промышленных компаний от разработки долгосрочных стратегий развития. Такой дерзкий шаг отражает кризис теории и методологии менеджмента, так как имеющиеся методы анализа и оценки гуманистических систем не дают валидных результатов. Проблемы принятия решений, которые в широком плане можно рассматривать как проблемы анализа сложных систем, занимают все большее место в современной науке. Более того, на данном этапе намечается тренд в развитии методологии системных наук, таких как тектология Богданова, системный подход Бергаланфи, кибернетика, биоэкология, исследование операций, системная инженерия, СМД-методология Щедровицкого, системная динамика, теория динамических систем, теория неравновесных систем, а также управление сложными системами в условиях неопределенности или хаоса.

Предметной областью данного исследования выступает теория и методология принятия решений в условиях неопределенности.

Объектом исследования является недропользование, как одна из наиболее консервативных отраслей хозяйства, стоящая на пороге кардинальных изменений.

Целью исследования выступает применение теории и методологии принятия решений в условиях повышенной неопределенности (хаоса) в сфере недропользования.

Задачи исследования: 1) рассмотреть теорию и методологию принятия решений в условиях повышенной неопределенности; 2) применить методы форсайт-исследований (как эффективного инструмента анализа и оценки гуманистических систем) для идентификации вызовов и угроз в целях минимизации риска неэффективного управления недропользованием и сокращения неопределенности или адаптации системы управления недропользованием к ней; 3) проанализировать уже имеющиеся мировые практики управления идентифицированными вызовами и угрозами для определения имеющихся альтернатив развития компаний-недропользователей.

Теория

Эволюция развития организации напрямую связана с процессами разработки и при-

нения решений. При высоком уровне определенности внешней среды принятие решений не вызывает проблем и реализуется либо через управляющих, либо при использовании информационных технологий и других инструментов. В ситуации хаоса принятие решений приобретает характеристики творческого процесса, протекающего при высоких рисках. В условиях повышенной неопределенности среды (состояние хаоса) в большей степени дают сбой системы сбора и обработки информации, что объясняется наличием повышенного уровня информационного шума среды.

Базовой проблемой в процессе разработки системы принятия решений в условиях высокой неопределенности является выбор эконометрических моделей и методов принятия решений. Принятие решений в системе управления предприятиями горной промышленности напрямую связано со сложностью самой системы с ее разветвленной иерархией подсистем, уровнем неопределенности внешней среды и проблемой учета множества факторов при принятии решений, в том числе и субъективных. Так, для ситуации неопределенности необходимо использование таких методов и моделей, которые были бы способны наряду с фактическим материалом — определенными и фиксированными параметрами среды — учитывать средствами нечеткой логики субъективные качественные характеристики. Развитие теоретической математики последних лет способствовало созданию подобных методов и моделей. Тем не менее, до сих пор нет универсальных способов решения проблем, в особенности когда параметры оказываются неопределенными и при этом они являются доминирующими при определении результатов принятия решения. Такие ситуации могут возникать как вследствие недостаточной изученности процессов, в рамках которых принимается решение, так и вследствие участия в управлении нескольких лиц, преследующих различные цели. Все перечисленное очень актуально для среды управления недропользованием.

К примеру, для принятия решения о начале промышленного освоения и добычи сланцевой нефти БС (Баженовской свиты — нефтеносного района Западно-Сибирской мегапровинции (ЗСМП) необходимо решение проблемы разработки качественного и количественного прогноза нефтеносности района, остающегося сегодня неопределенным. Прежде всего, это относится к вопросам поиска и оценки новых промышленных участков на всей территории

ЗСМП. Проблема не была решена к завершению периода «большой разведки» в ЗСМП в 1990–1991 гг. (Скоробогатов, Афанасенков, 2019). По мнению специалистов, на изучение и решение этой проблемы потребуется значительное время, что может позволить добывать в 2030 г. от 20 до 50 млн т сланцевой нефти.

Другим примерам необъективного восприятия действительности, сложившегося в результате повышенной неопределенности, можно отнести сформированный с использованием материалов MinExConsulting (2017 г.) общемировой тренд финансирования геологоразведочных работ (ГРР) на твердые полезные ископаемые. Анализ полученных данных свидетельствует об отсутствии объективной оценки мирового тренда финансирования ГРР по странам и континентам в хронологической последовательности. Причина кроется в отсутствии единой системы учета затрат на геологоразведочные работы, а также единого понятийного аппарата (Оганесян, Морозов, 2020), что может препятствовать принятию соответствующих оптимальных решений.

В свою очередь, уже принятые формальные решения могут явиться основанием для устранения неопределенности, к примеру, низкой геологической изученности минерально-сырьевого потенциала. Что, со своей стороны, может повлиять на эффективность выполнение этих решений. Так, в Арктической зоне Российской Федерации угольный сырьевой потенциал, характеризующийся низкой геологической изученностью (более 70 % отнесено к категории некондиционных ресурсов), может быть изменен в сторону увеличения кондиционных ресурсов в результате повышения инвестиционной привлекательности угольных объектов и переоценки потенциала с использованием современных критериев. Результаты переоценки будут способствовать дальнейшему проведению геологоразведочных работ, уточнению масштабов добычи угля арктической зоны Российской Федерации.

Основой для таких изменений может послужить реализация принятых на государственном уровне нормативных актов по развитию Северного морского пути, совершенствованию производственной, транспортной и энергетической инфраструктуры, включая создание угольных терминалов (Логвинов, 2019).

Анализ различных систем принятия решений в хаотичных средах демонстрирует, что эвристический метод анализа сложных и хаотичных систем, базирующийся на применении лингвистических переменных и ал-

горитмов нечеткой логики и, соответственно не поддающийся тождественному моделированию инструментариум математической науки, является наиболее эффективным. Компьютеризация общества вызвала быстрое расширение сферы использования количественных методов анализа в результате их применения для анализа экономических, урбанистических, социальных, биологических, промышленных и других систем. Большинство методов, используемых в настоящее время для анализа гуманистических систем, т. е. таких, в которых участвует человек, представляют собой модификации методов, которые в течение длительного времени создавались для механистических систем. Замечательные успехи, достигнутые с помощью этих методов, позволили объяснить многие природные явления и создавать все более и более совершенные устройства. Но эти же успехи обусловили широко распространенное убеждение в том, что теми же методами или подобными им можно сравнительно эффективно исследовать и гуманистические системы.

По глубоко укоренившейся традиции научного мышления понимание явления отождествляют с возможностью его количественного анализа. Однако по своей сути обычные количественные методы анализа систем непригодны для гуманистических систем и вообще любых систем, сравнимых по сложности с гуманистическими. В основе этого тезиса лежит то, что можно было бы назвать принципом несовместимости. Суть этого принципа можно выразить примерно так: чем сложнее система, тем менее вероятно дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении. Чем глубже анализ реальной задачи, тем неопределеннее становится ее решение.

Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключительными друг друга характеристиками. Именно в этом смысле точный количественный анализ поведения гуманистических систем не имеет, по-видимому, большого практического значения в реальных социальных, экономических и других задачах, связанных с участием одного человека или группы людей.

Важно понимать, что для создания системы принятия решений в нечеткой обстановке необходимо видеть схему мышления человека, принимающего креативные решения. Элементами такого мышления являются не числа, а элементы некоторых нечетких

множеств или классов объектов — символы, для которых переход от «принадлежности к классу» к «непринадлежности» не скачкообразен, а непрерывен. И в самом деле, нечеткость, присущая процессу правополушарного (творческого, креативного, интуитивно-сенсорного) мышления человека, наводит на мысль о том, что в основе этого процесса лежит не традиционная двузначная или даже многозначная логика, а логика с нечеткой истинностью, нечеткими связями и нечеткими правилами вывода.

Именно такая нечеткая логика играет основную роль в том, что может оказаться одной из наиболее важных сторон человеческого мышления — способности оценивать информацию, т. е. выбирать из разнообразия сведений те и только те, которые имеют отношение к анализируемой проблеме. По своей природе оценка является приближением. Во многих случаях достаточна весьма приближенная характеристика набора данных, поскольку в большинстве основных задач, решаемых человеком, не требуется высокая точность.

Человек использует допустимость такой неточности, кодируя информацию, «достаточную для решения задачи» элементами нечетких множеств, которые лишь приближенно описывают исходные данные. Поток информации, поступающей в мозг через органы зрения, слуха, осязания и др., сужается таким образом в тонкую струйку информации, необходимой для решения поставленной задачи с минимальной степенью точности. Способность оперировать нечеткими множествами и вытекающая из нее способность оценивать информацию является одним из наиболее ценных качеств человеческого разума, которое фундаментальным образом отличает его от так называемого машинного разума, приписываемого вычислительным машинам (Кочеткова, Кочетков, 2018).

К примеру, использование теории нечетких множеств позволило авторам (Татаркин и др., 2015. С. 45–54) провести оценку институциональной обеспеченности недропользования на различных уровнях управления: международном, федеральном, межрегиональном, региональном, местном. Оценка проводилась по основным направлениям институциональной обеспеченности, включающим: законодательное и нормативно-правовое; проектное; интеграционное; организационное; финансово-экономическое.

Для определения полноты институциональной обеспеченности недропользования,

наряду с теоретическим алгоритмом, учитывались результаты экспертного опроса специалистов. Полученные результаты могут служить основанием для принятия решения органами государственной власти для повышения уровня институциональной обеспеченности недропользования.

«Традиционные методы анализа систем недостаточно пригодны для анализа гуманистических систем именно потому, что они не в состоянии охватить нечеткость человеческого мышления и поведения. Поэтому для действенного анализа гуманистических систем нужны подходы, для которых точность, строгость и математический формализм не являются чем-то абсолютно необходимым и в которых используется методологическая схема, допускающая нечеткости и частичные истины» (Кочеткова, Кочетков, 2018). Такой гуманистической системой выступает в том числе среда управления недропользованием. Управление недропользованием, как и управление любой хозяйственной деятельностью, в перспективе преследует цель достижения конкретного экономического эффекта. Но перспектива туманна, и управление недропользованием так или иначе реализуется в условиях повышенной неопределенности относительно будущего состояния системы и ее элементов. Неопределенность порождает риск неэффективного управления, при котором намеченные цели управления не достигаются. Поэтому задача минимизации риска неэффективного управления замыкается на задачу сокращения неопределенности или адаптации к ней. Так, первым шагом в направлении минимизации риска неэффективного управления недропользованием и сокращения неопределенности или адаптации к ней необходимо провести анализ ограничений, вызовов и угроз, что в процессном отношении включает в себя, во-первых, определение подхода к управлению вызовами и угрозами, во-вторых, идентификацию вызовов и угроз с применением методов анализа и оценки гуманистических систем, в-третьих, анализ мировых практик управления идентифицированными вызовами и угрозами.

Таким образом, для принятия решений по развитию горнодобывающего сектора необходимо определить теоретические и концептуальные основы среды, в которой функционирует недропользование как объект исследования. Проанализировав множество дефиниций понятий «вызовы», «угрозы» и «риски» как в нормативно-правовой сфере, так и в ака-

демической, следует отметить определенную преемственность авторов в отношении содержательной и смысловой нагрузки терминов. Все эти категории рассматриваются с точки зрения опасности, но вызовы и угрозы выступают в качестве причин наступления тех или иных неблагоприятных событий для объекта исследования, а риски, в свою очередь, лишь отражают вероятность наступления этих неблагоприятных событий и связаны с неопределенностью среды. Вызовы представлены глобальными трендами изменений внешней среды, а угрозы — конкретными опасностями, результатами влияния этих трендов на сферу функционирования объекта исследования как во внешней, так и внутренней среде. Таким образом, и вызовы, и угрозы выступают триггером для действий, адаптации и поиска зон роста.

Несмотря на то, что вызовы и угрозы по генезису возникновения подразделяют на природные, техногенные и социальные (Олейников, 2005. С. 28), в рамках текущего исследования предлагается подход к рассмотрению вызовов и угроз, исходя из объекта воздействия, связанного с ограничениями реализации любой деятельности, в том числе недропользования. Более того, данный подход вписывается в рамки проектного управления, зарубежная практика внедрения которого в систему как государственного и муниципального регулирования, так и в бизнес-среду продемонстрировала положительные результаты (Горькая, 2019). Именно поэтому на данном этапе федеральные, региональные и бизнес-повестки насыщены информацией о реализации тех или иных проектов и бизнес-кейсов. Так, управление недропользованием, или менеджмент недропользования (МН), как совокупность проектов и процессов загнано в рамки ограничений, таких как 1) определенный уровень экономического развития (характеристика финансового, природного, физического, человеческого капиталов и культуры социальной системы) — Экономика & Социум; 2) используемые технологии и научный потенциал — Наука; и 3) временные ресурсы — Время (рис. 1).

Ограничения взаимосвязаны так, что изменения одного из них могут повлечь за собой изменения других. Все функционирование управленческой системы находится в окружении внутренних, внешних угроз и вызовов. Структурно внутренние угрозы так или иначе связаны со следующими характеристиками: стратегия развития, используемые технологии,

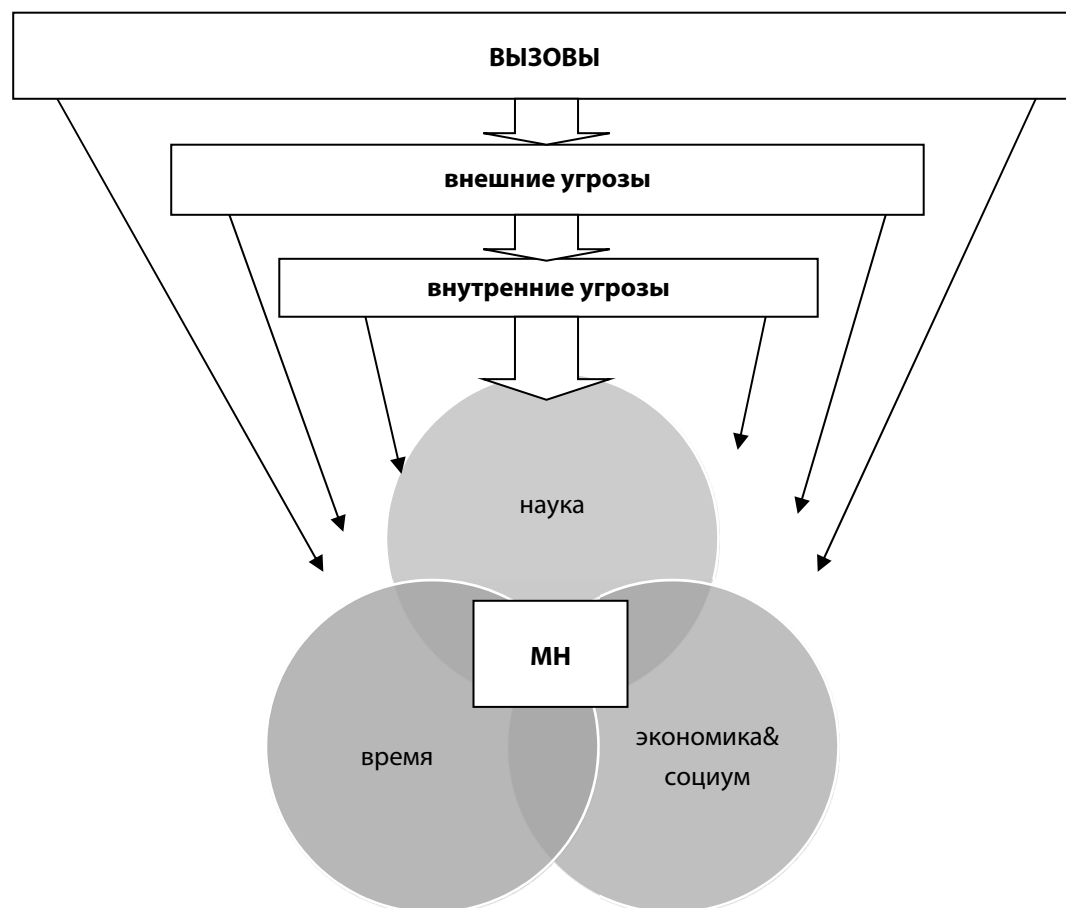


Рис. 1. Вызовы и угрозы управлению недропользованием (менеджменту недропользования — МН) в условиях ограничений

уровень зрелости менеджмента, доступность ресурсов, структура и качество трудовых ресурсов, внутренняя культура социума. Внешние угрозы характеризуют результаты влияния вызовов в разрезе социально-экономических аспектов, географических, технологических, политических, экологических и нормативных. Для анализа и идентификации вызовов и угроз недропользованию в глобальном масштабе необходимо применение методов анализа гуманистических систем.

Методы

По сути вопросы идентификации вызовов и угроз недропользованию сводятся к учету и градации рисков. Согласно М.Ю. Фасмеру, термины «риск», «рисковать» происходят от греч. *rusicon* — утес, скала; отсюда рисковать — значит взбираться на скалу или лавировать между скалами. Дефиниций понятия «риск» в настоящее время значительное множество. Так, в словаре С.И. Ожегова риск понимается в двух лексических значениях: 1) как возможная опасность чего-либо; и 2) как действие на удачу, требующее смелости, бесстрашия, в на-

дежде на счастливый исход. Риск также трактуется как отклонение от желаемого результата, непредсказуемость результатов или просто возможность потерь. Однако во всех этих определениях внимание обращается только на то, что риск связан с какими-либо неблагоприятными исходами альтернатив, потерями, угрозами, опасностями и т. п., но не отмечается, что риск — это прежде всего характеристика неопределенности и возможность. По нашему мнению, более точным является определение риска как возможности неблагоприятного исхода в условиях повышенной неопределенности (Кочеткова, Кочетков, 2018). Алгоритм анализа риска включает в себя:

- распознавание риска: исследование причин его возникновения и перечня источников риска;
- оценку риска (оценку вероятности возникновения и последствий);
- определение возможностей компенсации риска.

Если с методами предотвращения и уменьшения риска ученые сходятся во мнениях, то в отношении способов идентификации

Таблица 1

Методы форсайт-исследований по Р. Попперу

Качественные	Количественные	Смешанные
1. Мозговой штурм 2. Гражданские панели 3. Конференции/семинары 4. Экспертные панели 5. Прогноз гения 6. Интервью 7. Анализ литературы 8. Деревья целей/логические схемы 9. Ролевые, симуляционные игры 10. Сценарии/сценарные семинары 11. Научная фантастика 12. Обследования 13. SWOT-анализ 14. Слабые сигналы/джокеры	1. Бенчмаркинг 2. Библиометрия 3. Индикаторы/анализ временных рядов 4. Моделирование 5. Патентный анализ 6. Экстраполяция тенденций/анализ воздействия	1. Анализ перекрестных связей/структурный анализ 2. Дельфи 3. Ключевые/критические технологии 4. Многокритериальный анализ 5. Опрос/голосование 6. Количественные сценарии 7. Дорожные карты 8. Анализ стейкхолдеров

и анализа риска арсенал методов представляет собой широкий и неструктурированный перечень различных методик: балльные оценки риска; моделирование воздействия риска методом Монте-Карло; метод «калькуляции» рисков, основанный на детерминированном определении риска и др. (Кочеткова, Кочетков, 2018. С. 38). Тем не менее, применение всех этих методов позволяет лишь в одностороннем порядке рассмотреть проблему анализа и идентификации рисков в гуманистических сложных системах, таких как управление недропользованием. Для обеспечения комплексного решения проблем в последнее время все больше используют методы форсайт-исследований (в переводе — «взгляд в будущее»), так как форсайт предполагает использование различных методов, при этом методологию (совокупность методов) можно выбрать с учетом конкретных целей и задач.

В рамках нашей работы были использованы методы форсайт-исследований для идентификации базовых вызовов и угроз недропользованию. Следует отметить, что форсайт использует, согласно Р. Попперу, разные категории методов (табл. 1). Р. Поппер (Делойт, 2019) выделяет качественные методы форсайт-исследований, которые позволяют анализировать и оценивать события с позиции субъективного восприятия; количественные методы, с помощью которых становится возможным измерение переменных и использование методов статистического анализа; а также смешанные методы, которые реализуют возможность количественного измерения субъективных восприятий (в том числе и экспертных мнений и оценок).

Результаты

Мозговой штурм, конференции и семинары, а также анализ литературы (Делойт, 2019; Sekerin et al., 2019) позволили определить, что ландшафт опасностей для недропользования характеризуется растущими тарифами и санкциями, потенциальными торговыми войнами, неожиданными направлениями кибератак, неопределенностью режимов уплаты налогов и лицензионных платежей, ростом затрат, повышением внимания со стороны инвесторов, экологическими катастрофами и срывами в работе инфраструктуры, публичными протестами в результате проведенных вирусных кампаний в социальных сетях, а также геополитическими рисками, связанными с ведением деятельности в менее стабильных регионах и др. Все это осложняется еще и быстрой динамикой возникающих изменений, а также их глобальным характером.

Для идентификации ключевых вызовов и угроз был дополнительно использован метод Дельфи в усеченной вариации специального представителя Президента РФ по вопросам цифрового и технологического развития Дмитрия Пескова. Количество привлеченных экспертов оценивается числом 24, которые так или иначе связаны с вопросами конструирования эффективной системы управления недропользованием, из них 14 человек — представители академического сообщества, 4 — представители органов власти и 6 человек — представители бизнес-сообщества. После трехэтапной сессии согласования мнений уважаемых экспертов была получена следующая таблица идентифицированных глобальных вызовов

недропользованию как процессу добычи природных ресурсов в масштабах планеты Земля (табл. 2). В итоговую таблицу были включены только те глобальные вызовы, которые отметили более 50 % числа респондентов (т. е. более 12 человек). Анализ данных таблицы показывает, что лидируют в мнениях отобранных нами экспертов преимущественно два вызова: цифровизация и экологизация экономик. Аналогичным образом был получен перечень внешних и внутренних угроз.

Впоследствии была составлена схема вызовов и угроз недропользованию в рамках уже идентифицированных ограничений, а именно: 1) время 2) наука; 3) экономика 4) социум (рис. 2).

Дальнейший анализ новостного контента и научных публикаций по данной тематике позволил выявить уже имеющиеся мировые практики управления идентифицированными вызовами. Данные практики могут стать теми направлениями развития компаний-недропользователей, которые позволят им эффективно противостоять агрессивным воздействиям внешней среды и повысить устойчивость и жизнеобеспеченность самих компаний.

Приведем примеры ответа различных компаний-недропользователей и менеджмента стран на каждый из обозначенных вызовов.

1. *Цифровизация, аналитика данных и искусственный интеллект.* «Промышленность 4.0» и развитие взаимосвязанности между цифровым и реальным миром предоставляют возможности для проведения оперативного анализа и распространения больших объемов информации. Австралийская железорудная компания RoyHill хотела получить комплексное представление о своей деятельности и внедрила платформу на основе интернета вещей, которая позволила ей оптимизировать процессы планирования цепочки для управления производством и поставками, отслеживания запасов, управления качеством и моделирования загрузки мощностей. Объединив системы карьеров, портов и железных дорог, компания смогла оптимизировать перемещение деталей, подрядчиков и оборудования, повысив тем самым доступность и производительность цепочки поставок. Также были централизованы услуги технического обслуживания и инженерного обеспечения и объединены все функции системы поставок, что позволило значительно расширить возможности сотрудничества в рамках компании¹.

¹ Mining Global, 22 ноября 2017 года. «Australia's Roy Hill

Таблица 2

Итоговый перечень глобальных вызовов недропользованию

Вызовы	Частота выбора респондентами, %
Цифровизация, аналитика данных и искусственный интеллект	100
Освоение космоса, недр Арктики и Антарктики	54
Экологизация экономик	100
Исчерпание МСБ	96
Рост объемов образования промышленных техногенных отходов	83
Гуманизация рынка труда	88
Смена социокультурной парадигмы	63

2. *Освоение космоса, недр Арктики и Антарктики.* Рост интереса к освоению космических недр способствовал тому, что герцогство Люксембург стало пионером в разработке правовых норм, регулирующих сферу добычи полезных ископаемых в космических недрах и астероидах. На данном этапе доказано, что астероиды богаты железом, кобальтом и никелем, а также металлами платиновой группы. Тем не менее, сегодняшний уровень научно-технического прогресса не позволяет экономически выгодно осуществлять эту добычу, в том числе учитывая фактор логистики до планеты Земля. Современное космическое право описывает договор 1967 года. В договоре отмечено, что ни одна страна не имеет права претендовать на ресурсы, размещенные на Луне или других планетах, поскольку это достояние всего человечества. Люксембург пытается начать сотрудничество с другими странами в разработке многосторонних соглашений о правах на астероиды. В случае принятия какой-то одной страной собственного законодательства это может быть расценено как попытка захвата территорий, как во времена «дикого Запада». Согласно новостной повестке известно, что Россия предложила Люксембургу сотрудничество в области добычи полезных ископаемых в космосе².

maintains agility in mining» by Fran Roberts [Electronic resource]. URL: <https://www.miningglobal.com/company/australias-roy-hill-maintains-agility-mining#> (дата обращения 02.09. 2019).

² Disruptmining [Electronic resource]. URL: <https://disruptmining.com/> (дата обращения 02.09. 2019).

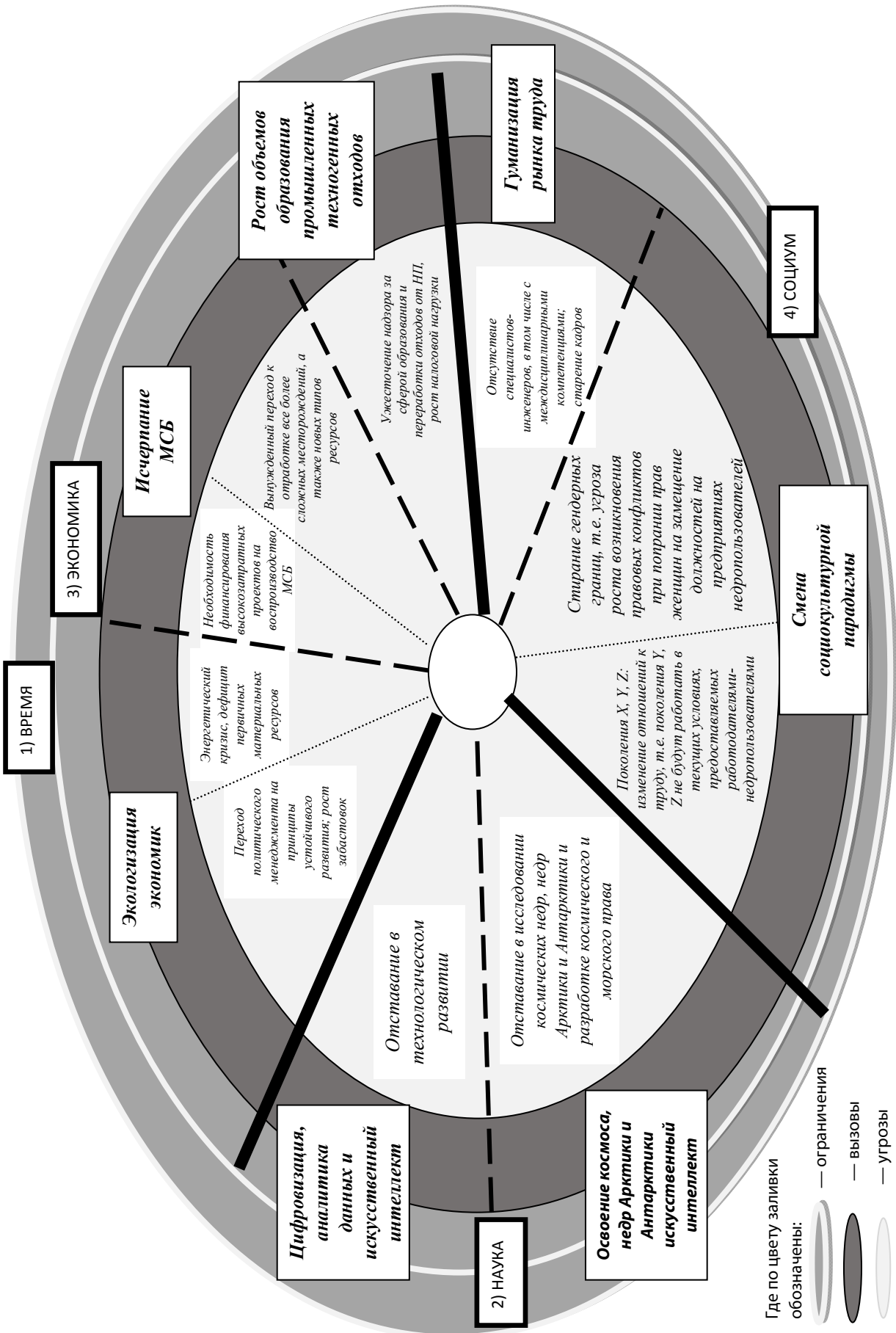


Рис. 2. Глобальные вызовы и угрозы недропользованию в условиях ограниченных

Если вопросы освоения Арктики уже на протяжении многих лет занимают умы видных деятелей науки, бизнеса и власти, но и там до сих пор присутствует множество проблем, то недра Антарктики совсем недавно стали объектом пристального внимания многих стран. Здесь обилие ресурсов (4 миллиона квадратных километров Антарктиды — это алмазы и сырая нефть, почти неисчерпаемые источники белка, запасы которого могут достигать 500 миллионов тонн). Но прежде всего это место, где сконцентрировано 70 процентов всей пресной воды на планете), что привлекает к Антарктиде внимание таких стран, как США, Россия и Китай, — пишет бразильский журналист. Кроме того, он сообщает, что эти страны рассматривают возможность установки там станций мониторинга спутников, и отмечает, что разведывательные работы не противоречат Договору об Антарктике, хотя подобная активность вызывает беспокойство других участников договора (Годой, 2019).

3. *Экологизация экономик.* История развития горной промышленности демонстрирует факт оценки недропользователями социально ориентированных расходов в качестве затрат, необходимых к уплате для возможности дальнейшего функционирования. Тем не менее, времена меняются и утверждение концепции устойчивого развития в стратегических документах как политических лидеров, так и управленцев коммерческого сектора накладывает отпечаток на восприятие социально ориентированных расходов горнодобывающими компаниями. На сегодняшний момент данные расходы уже начинают рассматриваться с точки зрения выгод для социума и для развития региона, где функционирует компания-недропользователь.

Социально ориентированное предприятие — это организация, чья миссия состоит не только в увеличении доходов и получении прибыли, но и в уважительном отношении и работе на благо окружающей среды и заинтересованных сторон. Речи об альтруизме не идет, так как социально не ориентированные компании могут не только исчерпать кредит доверия социума, но и понести определенные финансовые риски, способные выразиться впоследствии в реальном экономическом ущербе. Так, например, простои, вызванные конфликтами с общественностью, могут стоить недропользователям более чем 20 млн долл. США еженедельно¹. И наоборот, горнодобывающие

компании, которые заключают с местными сообществами договоры, убедив их согласиться на реализацию новых проектов компании в обмен на значительные выгоды (например, передача части получаемых компанией доходов), могут при определенных условиях увеличить свою стоимость на рынке в два раза². Так, Компания Free Deloitte проанализировала недропользователей — представителей рынка марганца и железной руды одной из провинций Южно-Африканской Республики. Данная провинция характеризуется сравнительно низким уровнем образования населения и достаточно высоким — безработицы. Анализ продемонстрировал, что эти предприятия-недропользователи индивидуально не раз пытались улучшить социально-экономическую ситуацию регионов функционирования, но добились успеха лишь при объединении усилий, что спровоцировало развитие условий и рост качества жизни в регионах, а также создание новых рабочих мест и, как следствие, снижение уровня безработицы³. Компания Apple перестала покупать кобальт, добытый в кустарных шахтах в Демократической Республике Конго из-за опасных условий труда рабочих⁴.

Еще одним аспектом в направлении экологизации экономик стоит отметить динамику разработки технологий снижения использования ископаемого топлива при получении энергии и технологий снижения использования воды при реализации технологических процессов добычи и обогащения. Согласно Проекту по раскрытию информации о выбро-

ounces of gold in blockchain milestone,” by Susan Taylor [Electronic resource]. URL: <https://www.reuters.com/article/us-goldcorp-blockchain/goldcorp-deposits-3000-ounces-of-gold-in-blockchain-milestone-idUSKBN1H52QE> (accessed: 02.09. 2019).

² Harvard Business Review, 10 ноября 2017 года. «It’s Never Been More Important for Big Companies to Listen to Local Communities,” by Sinziana Dorobantu and Dennis Flemming [Electronic resource]. URL: <https://hbr.org/2017/11/its-never-been-more-important-for-big-companies-to-listen-to-local-communities> (accessed: 02.09. 2019).

³ Chamber of Mines of South Africa, ноябрь 2017 года. «News form the emerging miners’ desk.” [Electronic resource]. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjbsPWxtb3rAhWHxIsKHU3-BooQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.mineralscouncil.org.za%2Fcomponent%2Fjdownloads%2Fsend%2F33-fact-sheets%2F501-news-from-the-miners-desk&usg=AOvVaw09wHTVEjxWIdUPSe17rOU> (accessed: 02.09. 2019).

⁴ Fortune, 3 марта 2017 года. «Child Labor Revelation Prompts Apple to Make Supplier Policy Change,” by Don Reisinger [Electronic resource]. URL: <http://fortune.com/2017/03/03/apple-cobalt-child-labor/> (accessed: 02.09. 2019).

¹ Reuters, 29 марта 2018 года. «Goldcorp deposits 3,000

сах углерода (CDP), к 2030 году 25 % недропользователей, совокупный оборот которых составляет порядка 50 млрд долл. США в год, могут столкнуться с засухой и нехваткой водных ресурсов¹. Так, для экономии и оптимизации себестоимости в отношении затрат на электроэнергию, которые могут составлять до 30 % от расходов на эксплуатацию рудников², все чаще стали, во-первых, переводить оборудование на электроэнергию, а также использовать и внедрять в производственные процессы технологии ВИЭ (возобновляемые источники энергии) в качестве источников подачи энергии. Примерами могут служить рудники, расположенные в Чили: Los Pelambres компании Antofagasta примерно на 45 % снабжается электроэнергией за счет ВИЭ³, а рудник Zadfvar в 2020 году планируется полностью перевести на энергоснабжение от ВИЭ, что позволит сократить ежегодные выбросы ПГ на 350 тыс. т⁴. В отношении минимизации водопотребления при технологических процессах стоит отметить предприятие Goldcorp, которое активно реализует стратегию нулевого водопотребления. В частности, компания уже создала модель для расчета реальной стоимости водопользования при проведении горнодобывающих операций, принимая во внимание затраты на инфраструктуру, энергию и рабочую силу, возникающие при извлечении, перекачке, транспортировке, хранении воды, подготовке ее к использованию и сбросе отработанной воды. Компания использует систему EcoTails™, которая позволяет смешивать уже отфильтрованные хвосты с отвалами в пути для создания геотехнического стабильного продукта GeoWaste. Это решение может помочь компании полностью ликвидировать

хвостохранилища⁵. Данная компания Goldcorp в дополнение к уже имеющимся экологичным решениям строит первый в мире полностью электрифицированный рудник. Ожидается, что это поможет сократить выбросы парниковых газов и в то же время обеспечит экономию дизельного топлива, пропана и электроэнергии на сумму около 9 млн долл. США в год⁶. Еще одна компания Anglo American в целях реализации стратегии устойчивого развития (Future Smart Mining™) разрабатывает рудник с технологией добычи с нулевым водопользованием. Компания применяет волоконно-оптическое решение для измерения потоков воды в шахте на своем платиновом руднике Mogalakwena в Южной Африке⁷.

4. *Исчерпание минерально-сырьевой базы.* Как и любой кризис, являющийся с одной стороны возможностью для развития, а с другой — угрозой существования, недавний спад цен на сырьевые товары аналогично как заставил недропользователей задуматься над оптимизацией и рационализацией своей деятельности, так и привел к сокращению в том числе базовых направлений деятельности горных компаний. Так, инвестиционные стратегии недропользователей были направлены на исчерпание имеющейся минерально-сырьевой базы в ущерб возобновляющим процедурам, связанным с разведкой и освоением новых месторождений полезных ископаемых. В итоге в 2017 г. капитальные затраты сектора на разработку новых месторождений сократились почти на две трети по сравнению с рекордным показателем в 80,8 млрд долл. США в 2012 г. В настоящее время показатели затрат на начальный этап геологоразведочных работ находятся на историческом минимуме. В результате реализации стратегий по сокращению затрат снизилась и численность персонала, участвующего в таких проектах, а также внутренняя

¹ CDP, 19 июля 2017 года. «World's mining heavyweights put \$16 billion at risk in climate costs.» [Electronic resource]. URL: <https://www.cdp.net/en/articles/investor/press-release-worlds-mining-heavyweights-put-16-billion-at-risk-in-climate-costs> (accessed: 02.09. 2019).

² Financial Times, 2 октября 2018 года. «Miners turn to green power options,» by Henry Sanderson [Electronic resource]. URL: <https://www.ft.com/content/b3b7fe4a-a5fc-11e8-a1b6-f368d365bf0e> (дата обращения 02.09. 2019).

³ Reuters, 30 октября 2017 года. «Chile's Antofagasta moves to renewable energy—CEO,» by Dave Sherwood, Fabian Cambero [Electronic resource]. URL: <https://www.reuters.com/article/antofagasta-chile/chiles-antofagasta-moves-to-renewable-energy-ceo-idUSL2N1N11R6> (дата обращения 02.09. 2019).

⁴ Mining.com, 10 июля 2018 года. «Antofagasta announces first mine to use 100 % renewable energy,» by Natalie Latuszek [Electronic resource]. URL: <http://www.mining.com/antofagasta-announces-first-mine-use-100-renewable-energy/> (дата обращения 02.09. 2019).

⁵ Goldcorp, 29 января 2018 года. «Goldcorp and FLSmidth win mining award for EcoTails.» [Electronic resource]. URL: <https://blog.goldcorp.com/2018/01/29/goldcorp-and-flsmidth-win-mining-award-for-ecotails/> (дата обращения 02.09. 2019).

⁶ Reuters, 21 июня 2018 года. «First new all-electric mine dumps diesel; cuts costs, pollution,» by Susan Taylor, Barbara Lewis [Electronic resource]. URL: <https://www.reuters.com/article/us-mining-electric-goldcorp/first-new-all-electric-mine-dumps-diesel-cuts-costs-pollution-idUSKBN1JH2FI> (дата обращения 02.09. 2019).

⁷ AngloAmerican, 20 сентября 2018 года. «Fibre optics: Mining's unsung hero.» [Electronic resource]. URL: <https://www.angloamerican.com/futuresmart/stories/our-industry-technology/fibre-optics-minings-unsung-hero> (дата обращения 02.09. 2019).

мощность проектируемых объектов (Deloitte, 2018).

5. *Рост объемов образования промышленных техногенных отходов.* Беспрецедентный рост масштабов добычи минеральных ресурсов в XX веке привел к истощению их запасов и снижению качества добываемого сырья. Если в первой половине XX века для получения одной тонны медного концентрата требовалось извлечь из недр и переработать 40 тонн медной руды, то сегодня для этого требуется 130–150 тонн. При этом после извлечения 3 % полезного компонента отработанная масса поступает в хвостохранилища и отвалы, нарушая тем самым природные экосистемы. В результате деятельности горнопромышленного комплекса в России накоплено до 100 млрд т отходов недропользования. Объем этот ежегодно увеличивается еще до 2 млрд т. В хвостах обогащения доля неизвлеченных компонентов (потери) от их количества в исходной руде составляет: молибдена, меди, никеля — до 25 %, кобальта — до 35 %, свинца, цинка — до 45 %, вольфрама — до 50 %, олова — до 60 %, редких и редкоземельных металлов — до 100 %, нерудных полезных ископаемых, залегающих совместно с основными полезными ископаемыми, — до 100 %¹. Все это так или иначе ставит на повестку вопрос о необходимости интенсификации использования в промышленности отходов горнодобывающего сектора.

6. *Гуманизация рынка труда. Смена социокультурной парадигмы.* Цифровизация и автоматизация — это те современные тренды, которые диктуют смену представления как о самом рабочем месте, так и о спросе предприятий на трудовые ресурсы. Согласно теории управления проектами, прогнозируемо, что «процессных специалистов» будут заменять машины, а «проектные специалисты» станут все более востребованы на рынке труда. Тем не менее, на рынке образовательных услуг уже на протяжении достаточно длительного времени абитуриенты отдают предпочтение гуманитарным специальностям, что негативно сказывается на отраслях, нуждающихся в высококвалифицированных инженерах, к числу которых относится и горная промышленность.

¹ Пояснительная записка к Проекту Федерального закона № 664487-7 «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях стимулирования использования отходов недропользования» (ред., внесенная в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 13.03.2019) [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс».

Так, в горнодобывающей отрасли наблюдается масштабная смена поколений, которые в том числе имеют разный набор ценностей, согласно парадигме X, Y, Z. Например, в Канаде, согласно прогнозам, в ближайшие 10 лет на пенсию выйдут 50 тыс. работников горнодобывающей промышленности, что составляет примерно 26 % общего объема трудовых ресурсов страны, занятых в этой отрасли². На фоне дальнейшего уменьшения числа студентов, обучающихся специальностям, связанным с добычей полезных ископаемых, заполнять пробелы в кадровых ресурсах будет непросто. В качестве примера, в Австралии количество студентов, поступивших на курсы горной инженерии, сократилось с 292 человек в 2014 году³ до 171 в 2017 году, а к 2020 году, по прогнозам, уменьшится до 47 человек⁴. Еще один тренд, диктуемый концепцией устойчивого развития, — это гендерное равенство, профессия горного инженера в текущих реалиях уже перестает быть сугубо мужской. Все эти «социальные тренды» ставят руководителей горных предприятий в затруднительное положение, требующее незамедлительных решений, так как ключевым ресурсом любого предприятия является потенциал трудовых кадров, задействованных в работе компании.

Таким образом, в целях успешного развития в условиях ограничений и требований, создаваемых четвертой промышленной революцией, недропользователям следует внедрить новый подход к управлению, одним из вариантов может выступать подход, основанный на теории управления сложными системами в условиях повышенной неопределенности (хаоса), учитывающий не только цифровые методы оценки, но и методы форсайта, позволяющие выстроить эффективные системы поддержки принятия решений.

² CIMMagazine, 17 мая 2018 года. «How do we fill the skills gap?» by Cecilia Keating [Electronic resource]. URL: <https://magazine.cim.org/en/management/how-do-we-fill-the-skills-gap-en/> (дата обращения 02.09. 2019).

³ The West Australian, 25 мая 2018 года. «Pressure rises for WA mining sector amid dramatic fall in skilled workers», by Stuart McKinnon [Electronic resource]. URL: <https://thewest.com.au/business/pressure-rises-for-mining-sector-amid-dramatic-fall-in-skilled-workers-ng-b88847015z> (дата обращения 02.09. 2019).

⁴ The Australian, 29 августа 2018 года. «Miners warn of skills crunch as student uni enrolment plunges», by Matt Chambers [Electronic resource]. URL: <https://wasma.com.au/news/miners-warn-of-skills-crunch-as-student-uni-enrolment-plunges/> (дата обращения 02.09. 2019).

Выводы

В рамках текущего исследования была апробирована теория и методология принятия решений в условиях повышенной неопределенности (хаоса) на примере недропользования. В результате: 1) была рассмотрена теория и методология принятия решений в условиях повышенной неопределенности; 2) применены методы форсайт-исследований (как эффективного инструмента анализа и оценки

гуманистических систем) для идентификации вызовов и угроз в целях минимизации риска неэффективного управления недропользованием и сокращения неопределенности или адаптации системы управления недропользованием к ней; 3) проанализированы уже имеющиеся мировые практики управления идентифицированными вызовами и угрозами в целях определения имеющихся альтернатив развития компаний-недропользователей.

Благодарность

Исследование подготовлено в соответствии с государственным заданием ИЭ УрО РАН.

Список источников

- Бурцев И.* Проблемы достижения устойчивого развития в горной промышленности // Вестник Института геологии КОМИ научного центра Уральского отделения РАН. — 2005. — № 6. — С. 12–16.
- Годой Р.* Estadao (Бразилия): богатая природными ресурсами Антарктида попадает в поле зрения крупных держав. 2019 [Электронный ресурс]. URL: https://inosmi.ru/economic/20190301/244670456.html?fbclid=IwAR3jTvfV2FQ1Z5LX5jTtu_o51CX_APtlygm2s-KGVJlygcURHVwYIDSB4 (дата обращения 23.12.2019).
- Горькая О. О.* Реформа управления: от модели по поручениям к проектному подходу // Социология. — 2019. — № 1. — С. 202–209.
- Делойт. Тенденции развития — 2019. 10 ключевых факторов, оказывающих влияние на будущее горнодобывающего сектора. Аудит. Консалтинг. Налогообложение. Финансовое консультирование. — Deloitte, 2019. — 72 с.
- Кочеткова А. И., Кочетков П. Н.* Основы управления в условиях хаоса. Антикризисное управление: в 2-х ч. — Часть 1. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 394 с.
- Логвинов М. И.* Стратегические приоритеты освоения угольного ресурсного потенциала Арктической зоны России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2019. — № 3. — С. 29–33.
- Оганесян Л. В., Морозов А. Ф.* Мировые тренды финансирования геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые (противоречия и неопределенности) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2020. — № 1. — С. 47–51.
- Олейников Е. А.* Экономическая и национальная безопасность: учебник для вузов. — М.: Экзамен, 2005. — 768 с.
- Подзоров Н. С.* Конкурентоспособность российской промышленности: вызовы и перспективы // Синергия наук. — 2019. — № 34. — С. 110–118.
- Сахарова Л. А.* Промышленность России: основные вызовы // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. — 2014. — № 30. — С. 300–304.
- Скоробогатов В. А., Афanasенков А. П.* Практические аспекты изучения и освоения нефтяного потенциала баженновской битумогенерирующей толщи Западной Сибири // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2019. — № 6. — С. 3–13.
- Татаркин А. И.* и др. Развитие системности в освоении природного потенциала северных малоизученных территорий: монография. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2015. — 315 с.
- Achzet B., Helbig C.* How to evaluate raw material supply risks — an overview // Resources Policy. — 2013. — No. 38. — P. 435–447.
- Arndt N. T., Fontboté L., Hedenquist J. W., Kesler S. E., Thompson J. F. H., Wood D. G.* Future global mineral resources // Geochemical Perspectives. — 2017. — Vol. 6. — No. 1 — P. 1–184.
- Deloitte. «Mining capital projects». 2018 [Electronic resource]. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/er-mining-capital-projects.pdf> (дата обращения 02.09.2019).
- Mateus A., Martins L.* Challenges and opportunities for a successful mining industry in the future // Boletín Geológico y Minero. — 2019. — No.130 (1). — P. 99–121. — DOI: 10.21701/bolgeomin.130.1.007
- Sekerin V., Dudin M., Gorokhova A., Bank S., Bank O.* Mineral resources and national economic security: current features // Mining of mineral deposits. — 2019. — 13(1). — P. 72–79.

Информация об авторах

Полянская Ирина Геннадьевна — кандидат экономических наук, доцент по специальности «Экономика и управление народным хозяйством», заведующая сектором, ученый секретарь, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: irina-pol2004@mail.ru).

Юрак Вера Васильевна — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры экономики и менеджмента, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; Уральский государственный горный университет (Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: vera_yurak@mail.ru).

For citation: Polyanskaya, I. G., & Yurak, V.V. (2020). Management of Subsoil Use During Uncertainty. *Zhurnal Ekonomicheskoy Teorii* [Russian Journal of Economic Theory], 17 (3), 679-693

Polyanskaya I. G.^{a)}, **Yurak V. V.**^{a, b)}

^{a)} Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Science (Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: irina-pol2004@mail.ru)

^{b)} Ural State Mining University (Ekaterinburg, Russian Federation)

Management of Subsoil Use During Uncertainty

Subsoil use, which is one of the most conservative industries, is experiencing dramatic changes in the twenty-first century. Unfortunately, the speed of environmental transformations prevents mining companies around the world from efficiently adapting to the rapidly changing conditions. The uncertainty of external environment leads to situations when international industrial campaigns choose not to engage in long-term strategic planning. This step reflects the crisis of the theory and methodology of management, since the available methods of analysis and evaluation of systems with human participation do not give valid results.

Decision-making problems, which can be broadly regarded as problems of analysis of complex systems, occupy an increasingly important place in modern science. The focus of this study is the theory and methodology of decision-making in the sphere of subsoil use management during uncertainty. As a result, the current challenges to subsoil use management are identified and methods of minimizing the risk of inefficient management practices and decision-making are described.

Keywords: challenges and threats, uncertainty, management, subsoil use, risks, decision-making, fuzzy logic, foresight, project approach

Acknowledgement

The study has been prepared in accordance with the state assignment of Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Science.

References

- Burtsev, I. (2005). Problemy dostizheniya ustoychivogo razvitiya v gornoy promyshlennosti [Problems of achieving sustainable development in the mining industry]. *Vestnik Instituta geologii KOMI nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya RAN* [Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Centre UB RAS], 6, 12–16. (In Russ.)
- Godoy, R. (2019). *Estadão (Braziliya): bogataya prirodnyimi resursami Antarktida popadaet v pole zreniya krupnykh derzhav* [Rich in natural resources Antarctica comes to the attention of the major Powers], available at: https://inosmi.ru/economic/20190301/244670456.html?fbclid=IwAR3jT-vfV2FQ1Z5LX5jTtu_o51CX_APtlygm2s-KGVJlygcURHVwYIDSB4 (accessed: 23.12.2019). (In Russ.)
- Hor'kaya, O. O. (2019). Reforma upravleniya: ot modeli po porucheniyam k proektnomu podkhodu [Management Reform: from an Assignment-Based Model to a Project-Based Approach]. *Sotsiologiya* [Sociology], 1, 202–209. (In Russ.)
- Deloitte (2019). *Tendentsii razvitiya — 2019. 10 klyuchevykh faktorov, okazyvayushchikh vliyaniye na budushchee gornodobyvayushchego sektora. Audit. Konsalting. Nalogooblozhenie. Finansovoe konsul'tirovanie* [Development trends-2019. 10 key factors influencing the future of the mining sector. Audit. Consulting. Taxation. Financial consulting], Deloitte, 72. (In Russ.)
- Kochetkova, A. I., & Kochetkov, P. N. (2018). *Osnovy upravleniya v usloviyakh khaosa. Antikrizisnoe upravlenie: v 2-kh ch. Chast' 1. 2-e izd., ispr. i dop.* [Fundamentals of management in chaos. Crisis management: in 2 parts. Part 1. 2nd edition, revised and enlarged]. Moscow, Russia: Izdatel'stvo Yurayt, 394. (In Russ.)
- Logvinov, M. I. (2019). Strategicheskie priority osvoeniya ugol'nogo resursnogo potentsiala Arkticheskoy zony Rossii [Strategic priorities of assimilation of coal resourcepotential of the Russian Arctic zone]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management], 3, 29–33. (In Russ.)
- Oganesian, L. V., & Morozov, A. F. (2020). Mirovye trendy finansirovaniya geologorazvedochnykh rabot na tverdye poleznye iskopaemye (protivorechiya i neopredelennosti) [Global trends in funding of geological exploration of solid minerals (inconsistencies and uncertainties)]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management], 1, 47–51. (In Russ.)
- Oleynikov, E. A. (2005). *Ekonomicheskaya i natsional'naya bezopasnost': uchebnik dlya vuzov* [Economic and national security: textbook for higher education institutions]. Moscow, Russia: Ekzamen, 768. (In Russ.)
- Podzorov, N. S. (2019). Konkurentosposobnost' rossiyskoy promyshlennosti: vyzovy i perspektivy [Competitiveness of the Russian Industry: Challenges and Prospects]. *Sinergiya nauk* [Synergy of Science], 34, 110–118. (In Russ.)
- Sakharova, L. A. (2014). Promyshlennost' Rossii: osnovnye vyzovy [The Russian industry: main challenges]. *Sovremennyye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyy vzglyad* [Modern trends in economics and management: new attitude], 30, 300–304. (In Russ.)
- Skorobogatov, V.A., & Afanasenkov, A.P. (2019). Prakticheskie aspekty izucheniya i osvoeniya neftyanogo potentsiala bazhenovskoy bitumogeneriruyushchey tolshchi Zapadnoy Sibiri [Practical aspects of research and development of Western Siberia Bazhenov bitumen-generating layer oil productive potential]. *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral Resources of Russia. Economics and Management], 6, 3–13. (In Russ.)

Tatarkin, A.I. et al. (2015). *Razvitie sistemnosti v osvoenii prirodnogo potentsiala severnykh maloizuchennykh territoriy: monografiya [Natural resources development in the northern territories of Russia]*. Ekaterinburg, Russia: Institut ekonomiki UrO RAN, 315. (In Russ.)

Achzet, B., & Helbig, C. (2013). How to evaluate raw material supply risks — an overview. *Resources Policy*, 38, 435–447.

Arndt, N.T., Fontboté, L., Hedenquist, J.W., Kesler, S.E., Thompson, J.F.H., & Wood, D.G. (2017). Future global mineral resources. *Geochemical Perspectives*, 6 (1), 1–184.

Deloitte. (2018). *Mining capital projects. Are you ready for the next CapEx investment cycle?* available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/er-mining-capital-projects.pdf> (accessed: 02.09.2019).

Mateus, A., & Martins, L. (2019). Challenges and opportunities for a successful mining industry in the future. *Boletín Geológico y Minero*, 130 (1), 99–121. DOI: 10.21701/bolgeomin.130.1.007.

Sekerin, V., Dudin, M., Gorokhova, A., Bank, S., & Bank, O. (2019). Mineral resources and national economic security: current features. *Mining of mineral deposits*, 13(1), 72–79.

Authors

Irina Gennadievna Polyanskaya — PhD in Economics, Associate Professor, Economics and Management of National Economy, Head of Sector, Scientific Secretary, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Science (Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: irina-pol2004@mail.ru).

Vera Vasilievna Yurak — PhD in Economics, Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Science; Ural State Mining University (Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: vera_yurak@mail.ru).