

ФГБУН ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

На правах рукописи



ГИЛЯРОВА АСЯ АНАТОЛЬЕВНА

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Специальность 08.00.05 – Экономика и управление
народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями,
отраслями, комплексами: промышленность)*

ДИССЕРТАЦИЯ

**на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

**Научный руководитель:
Доктор экономических наук,
профессор Ларичкин Ф.Д.**

Апатиты

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	14
1.1. Теоретические основы эффективности развития предприятий горнорудной промышленности	14
1.2. Экономическая оценка инвестиционной привлекательности проектов в горнорудной промышленности	31
1.3. Теория и практика реализации крупных горнорудных проектов: отечественный и зарубежный опыт.....	40
Выводы по главе 1.....	52
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И ТЕНДЕНЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ	54
2.1. Состояние горнорудной промышленности Мурманской области...	54
2.2. Роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности Европейского Севера.....	67
2.3. Методические подходы к оценке эффективности развития горнорудных предприятий.....	87
Выводы по главе 2.....	87
ГЛАВА 3. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОБОСНОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	88
3.1. Условия инвестиционной привлекательности горнорудных проектов для эффективного развития предприятий.....	88
3.2. Концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов.....	99

3.3. Сценарии развития предприятий горнорудной промышленности за счет вовлечения в экономический оборот перспективных месторождений	104
Выводы по главе 3.....	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	120

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Горнорудная промышленность Европейского Севера России базируется на основе функционирующих на ее территории крупных добывающих предприятий. Эти предприятия эксплуатируют апатитовые, железорудные, медно-никелевые, редкометалльные месторождения на протяжении последних 50-90 лет, в результате чего их запасы и качество руд значительно снизились. Вместе с тем, в регионе расположено большое количество перспективных месторождений рудного минерального сырья, имеющих промышленную значимость в силу значительных запасов полезных ископаемых. Однако, эти месторождения не осваиваются и перспективы их освоения не определены в силу отсутствия доказательного методического подхода к оценке их инвестиционной привлекательности. Существующие нормативно-методические документы по оценке инвестиционных проектов не адаптированы к горнорудной промышленности, и не учитывают современный уровень геотехнологий и цифровизации. В то же время, высокая потенциальная стоимость запасов перспективных месторождений и относительная близость их к крупным горнорудным предприятиям повышают их инвестиционную привлекательность. В этой связи особенно актуальной представляется задача формирования методологических подходов по повышению эффективности развития предприятий горнорудной промышленности с позиций использования современных геотехнологий и цифровизации, позволяющих снизить эксплуатационные расходы и, тем самым, повысить коммерческую привлекательность перспективных месторождений как инвестиционных проектов.

При этом особую значимость имеет выявление особенностей, определяющих экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов вовлечения в промышленный оборот перспективных месторождений рудного минерального сырья. В исследовании предложена концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов и сценарии вовлечения в

экономический оборот перспективных горнорудных месторождений Мурманской области, что, с учетом сырьевой направленности экономики Российской Федерации, является чрезвычайно актуальным. Поэтому экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов перспективных месторождений Европейского Севера России, в целях понимания коммерческой эффективности их освоения, является актуальной темой, а полученные результаты имеют научное и практическое значение.

Степень разработанности проблемы.

Вопросам экономического развития предприятий горнорудной промышленности, методов оценки их эффективности, обоснования методов и механизмов устойчивого развития горнопромышленных и производственных комплексов большое внимание уделялось Агарковым С.А. [23], Агошковым М.И., Ампиловым Ю.П. [3], Бортниковым Н.С. [6], Батугиной Н.С. [10], Боярко Г.Ю. [2], Ветровой Е.Н. [16], Гофманом К.Г. [27], Жаровым В.С. [33], Козьменко С.Ю. [43], Ларичкиным Ф.Д. [47], Маслобоевым В.А. [24], Мельниковым Н.Н. [56], Моссаковским Я.В. [62], Пономаренко Т.В. [75], Семеновым В.П. [88], Сергеевым И.Б. [89], Усковой Т.В. [96], Уткиной С.И. [97], Федосеевым С.В. [99], Цветковым П.С. [106], Череповицыным А.Е. [106], N. Arndt [114], G. Calas [117], A. Damodaran [118], C. Graingera [121], A. Notholt [131], H. Saleem [133], M. Stephen [135], и др.

Работами Лукичева С.В. [104], Наговицына О.В. [63], Капутина Ю.Е [37], Marklund S. [134], и др., развито направление в части создания компьютерных горно-геологических систем, цифровых моделей месторождений, современных геотехнологий и цифровизации, и применения их в горной промышленности.

Результаты этих исследований имеют высокий теоретический, научный и практический уровень, однако отдельные вопросы, связанные с обоснованием экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов - перспективных месторождений, в целях понимания коммерческой эффективности их освоения, требуют научного решения, что и послужило основанием для формирования цели и задач исследования.

Целью исследования является обоснование экономически наиболее эффективных вариантов развития предприятий горнорудной промышленности, учитывающих широкое применение современных геотехнологий и цифровизации, позволяющих разработать и предложить перспективные сценарии вовлечения в экономический оборот месторождений Европейского Севера России.

Для достижения поставленной цели в исследовании решаются следующие **задачи:**

- уточнить методические подходы к оценке эффективности развития предприятий горнорудной промышленности;
- выявить особенности реализации крупных горнорудных проектов;
- определить роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности;
- разработать новый метод оценки эффективности развития предприятия горнорудной промышленности;
- разработать концепцию эффективного развития предприятий, учитывающую условия инвестиционной привлекательности горнорудных проектов;
- предложить сценарии развития предприятий горнорудной промышленности за счет вовлечения в экономический оборот перспективных месторождений.

Объектом исследования являются предприятия горнорудной промышленности в стадии экономического освоения перспективных месторождений рудного минерального сырья.

Предметом исследования является обеспечение экономической эффективности горнорудных инвестиционных проектов по вовлечению в экономический оборот перспективных рудных месторождений.

Исследование выполнено в соответствии с пунктами 1.1.15 «Теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства» и 1.1.29

«Методологические проблемы экономики промышленности как науки» Паспорта специальностей ВАК «08.00.05–Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность)».

Теоретической и методологической основой диссертационной работы послужили научно-технические работы российских и зарубежных ученых по стратегическим вопросам экономического развития горнорудного добывающего комплекса, Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации», нормативно-методическая документация, рекомендации и научные разработки в области оценки коммерческой эффективности и инвестиционной привлекательности промышленного освоения рудного минерального сырья.

Информационную базу исследования составили данные территориальных и региональных фондов экономической информации Европейского Севера России, действующая отечественная и зарубежная методическая документация по оценке инвестиционных проектов, сведения, опубликованные на официальном сайте Минэкономки РФ. Источником данных об эффектах от комплексного применения современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах горной промышленности послужили научные работы Горного института КНЦ РАН.

Научная новизна результатов исследования заключается в разработке концепции экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов, базирующейся на новом методе оценки вовлечения в промышленный оборот перспективных месторождений рудного минерального сырья, учитывающем применение современных геотехнологий и цифровизации, с многовариантными параметрическими расчетами. На этой основе создана научно-техническая платформа, учитывающая основные положения Программ «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской

Федерации», и реализующая основные принципы устойчивого экономического развития предприятий горнорудной промышленности.

Результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Уточнены методические подходы к оценке эффективности развития предприятий горнорудной промышленности. Впервые предложено учитывать эффекты комплексного использования современных геотехнологий в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства. Использование уточненного методического подхода к оценке позволяет учитывать снижение эксплуатационных расходов от применения современных геотехнологий и цифровизации на 10-15% и, тем самым, повысить коммерческую привлекательность перспективных месторождений как инвестиционных проектов.

2. Выявлены особенности реализации крупных горнорудных проектов, определяющие экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности и позволяющие предложить организационно-методическую основу для обоснования основных критериев инвестиционной привлекательности перспективных месторождений рудного минерального сырья.

3. Определена роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности, проявляющаяся в формировании и воспроизводстве минерально-сырьевой базы промышленности России посредством реализации крупных горнорудных инвестиционных проектов, и позволяющая за счет эффективного комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности обеспечить ее устойчивый рост.

4. Разработан новый метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности с автоматизированными

многовариантными параметрическими и сценарными расчетами, который, в отличие от используемых ранее, учитывает эффекты комплексного использования современных геотехнологий во всех основных процессах предприятий горнорудной промышленности и позволяет минимизировать влияние факторов неопределенности и субъективизма в экономической оценке инвестиционных проектов.

5. Разработана концепция эффективного развития горнорудных предприятий, базирующаяся на критериях инвестиционной привлекательности, включающая в себя, в отличие от существующих, системный подход по выполнению бизнес-ориентированных оценок, с учетом ограничений и рисков, и конкретизирующая мероприятия и ключевые ресурсы, необходимые для реализации инвестиционных проектов.

6. На основе разработанного метода (учитывающего современные геотехнологии и цифровизацию) предложены базовый, оптимистический и инновационный сценарии развития предприятий горнорудной промышленности, позволяющие поэтапно вовлекать в промышленный оборот перспективные месторождения рудного минерального сырья Мурманской области.

Теоретическая значимость исследования определяется уточнением методических подходов и разработкой нового метода оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности, учитывающего использование современных геотехнологий и цифровизации в функционировании предприятий, с многовариантным параметрическим моделированием горно-геологических и технологических условий; обоснованием условий инвестиционной привлекательности горнорудных проектов; разработкой концепции экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов, позволяющей предложить сценарии вовлечения в экономический оборот перспективных рудных месторождений Европейского Севера России.

Практическая значимость исследования определяется проведением оценки инвестиционной привлекательности перспективных рудных

месторождений Европейского Севера России, результаты которой дают системное представление о коммерческой эффективности их освоения и создают основу для первоочередного рассмотрения; учетом эффекта от использования современных геотехнологий и цифровизации при анализе инвестиционных проектов в горнорудной промышленности; разработкой концепции вовлечения в промышленное освоение рудных ресурсов; внесением конкретного вклада по вовлечению в промышленную эксплуатацию перспективных и стратегически важных рудных месторождений Мурманской области.

Степень достоверности результатов, содержащихся в диссертационной работе, обеспечивается использованием представительной технико-экономической информации о предприятиях горнорудной промышленности, рудном минеральном сырье Европейского Севера России, способах и технологиях их промышленного освоения, актуализированной информационно-нормативной базой для проведения оценки их инвестиционной привлекательности, использованием методов экономического и информационно-аналитического анализов, современных геолого-информационных технологий, и апробацией научных результатов.

Апробация полученных результатов. Основные положения и результаты исследований были представлены и получили положительную оценку на научно-практических конференциях: «Цифровые технологии в горном деле», Апатиты, 2019; XV International Forum «Rational use of natural resources», Saint-Petersburg, 2019; International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM, Albena, 2017, 2018; IX и X Всероссийская конференция – школа молодых ученых и специалистов с международным участием (в рамках БЕАР-2017, БЕАР-2018), Кировск; XIV Всероссийская Ферсмановская научная сессия, Апатиты, 2017; Всероссийская конференция «Информационные технологии в реализации экологической стратегии развития горнодобывающей отрасли», Апатиты, 2017; VIII Конференция-школа молодых ученых «Геотехнология и обогащение полезных ископаемых», Апатиты, 2016; XIV Международная конференция «Ре-

сурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Бишкек, 2015.

Разработанная концепция и сценарии вовлечения в промышленный оборот перспективных месторождений использованы в Министерстве экономического развития Мурманской области при формировании предложений для обоснования направлений геологоразведочных работ на Европейском Севере России (Мурманская область), выполняемых в рамках государственного заказа Федерального агентства по недропользованию РФ при реализации подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» Государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов».

Рекомендации, имеющие практическую значимость, внедрены на АО «Ковдорский ГОК» - концепция, ориентированная на объекты рудного минерального сырья и учитывающая использование современных геотехнологий и цифровизации в основных горнорудных процессах, будет использована при вовлечении новых участков Ковдорского месторождения в экономический оборот.

Рекомендации практического характера использованы в Обособленном подразделении АО «НИУИФ» в Кировске при организации проектных проработок на перспективные месторождения апатит-нефелиновых руд, расположенных в пределах лицензионных участков АО «Апатит», в части обоснования геолого-экономической эффективности вовлечения их в промышленную эксплуатацию.

Публикации результатов исследования. Автором лично и в соавторстве опубликовано по теме диссертации 11 печатных работ объемом 5,4 п.л., из которых 4 работы опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, и 4 – в изданиях, входящих в индекс цитирования Scopus.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 136 наименований, содержит 134 страницы, в том числе 39 рисунков и 13 таблиц.

Во введении обоснована актуальность и степень разработанности научной проблемы исследования, сформулирована цель, основные задачи, объект и предмет исследования. Представлены методическая основа и информационная база исследования, а также результаты, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем. Приведены результаты апробации полученных результатов и структура диссертационной работы.

В главе 1 «Методические подходы к оценке эффективности развития предприятий горнорудной промышленности» рассмотрены теоретические основы эффективности развития предприятий горнорудной промышленности; обоснована необходимость учета эффекта комплексного использования современных геотехнологий в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства; выполнен анализ теории и практики реализации крупных горно-рудных проектов на основе современного отечественного и зарубежного опыта; выявлены особенности реализации крупных горнорудных проектов, определяющие экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности и позволяющие предложить организационно-методическую основу для обоснования основных критериев инвестиционной привлекательности перспективных месторождений рудного минерального сырья.

В главе 2 «Анализ и тенденции экономического развития предприятий горнорудной промышленности Европейского Севера России» выполнен анализ состояния горнорудной промышленности Мурманской области, определяемого разработкой апатитовых, железных, медно-никелевых, редкометалльных месторождений; определена роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности, проявляющаяся в формировании минерально-сырьевой базы промышленности России посредством реализации крупных горнорудных инвестиционных проектов; разработан новый метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности с многовариантными параметрическими и сценарными расчетами, позволяющий

минимизировать влияние факторов неопределенности и субъективизма в экономической оценке инвестиционных проектов.

В главе 3 «Концептуальные обоснования сценариев развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов» обоснованы условия инвестиционной привлекательности горнорудных проектов, базирующиеся на рентабельности; разработана концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов, базирующаяся на условиях их инвестиционной привлекательности, и конкретизирующая мероприятия и ресурсы, необходимые для реализации инвестиционного проекта; на основе концепции предложены сценарии вовлечения в экономический оборот перспективных рудных месторождений.

В заключении представлены основные научно-практические результаты исследования.

Глава 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1. Теоретические основы эффективности развития предприятий горнорудной промышленности

Горная промышленность, как одно из направлений общей промышленности, представляет собой совокупность отраслей производства, занимающихся добычей полезных ископаемых, а также их первичной обработкой и получением полуфабриката [2,25,79]. Одной из отраслей горной промышленности является горнорудная, в специализации которой - добыча и переработка (обогащение) различных видов рудного минерального сырья. Объектами горнорудной промышленности являются месторождения твердых (рудных) полезных ископаемых, представляющие собой природное скопление твердого (рудного) минерального вещества, и которые, в количественном и качественном отношении, могут быть предметом промышленной разработки при определенном сочетании техники, технологии и экономических условий [3,25,111].

Горнорудное производство (в работах зарубежных авторов и некоторых российских [3,111,115,124] называемое горнорудным бизнесом) обладает основными особенностями:

- в качестве объекта хозяйственной деятельности является месторождение рудного минерального сырья (или техногенные ресурсы – после первичной переработки), обладающее природными особенностями и качествами, выступающими в качестве образующего прибыль фактора;

- рудные минеральные ресурсы принадлежат государству, которое определяет регулирование горнорудного производства специальным горным законодательством;

- месторождения, как объекты хозяйственной деятельности, скрыты в недрах, что неизбежно создает сложности для выполнения их предварительной инвестиционно-экономической оценки;

- каждый объект рудного минерального сырья, в силу природных факторов его генезиса, и географо-климатических условий расположения, имеет свои индивидуальные особенности;

- инвестиции в горнорудное производство подвержены повышенным рискам различной природы.

Мировой опыт показывает, что горнорудное производство является по своей сути технологически консервативным. В основе горнорудного производства лежат пять основных процессов [25,125]: *отбойка* (отделение) рудосодержащих пород от горного массива; *погрузка* рудных пород в транспортные средства, *транспортирование* рудных пород к месту, где осуществляется их переработка; *переработка* руды с целью получения конечного продукта (как правило, рудного концентрата); *реализация* (сбыт, продажа) производимой продукции.

Эта стратегическая цепочка основных процессов горнорудного производства остается неизменной практически с истоков горного дела. Совершенствование производства происходило лишь путем механизации процессов или операций, с внедрением все более мощных механизмов и горного оборудования [12]. Лишь в сравнительно недавнее время в горнорудном производстве происходят достаточно революционные преобразования, вызванные созданием и внедрением инновационных, или называемых современными, геотехнологий (рисунок 1.1 [по 39,104]).

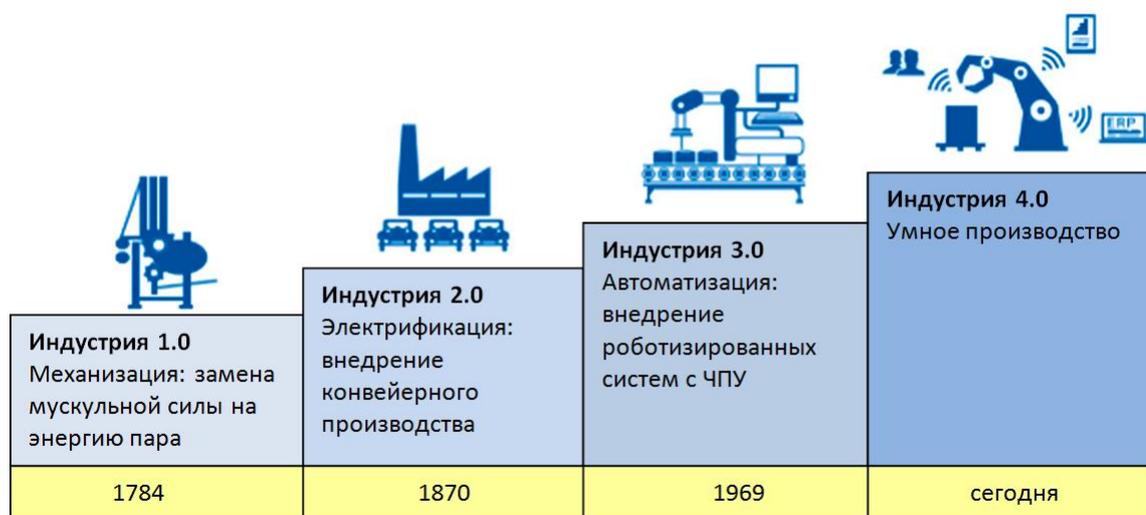


Рисунок 1.1 - Этапы развития горнорудной промышленности (индустрии)

По оценке Глобального института McKinsey (MGI), уже в ближайшие 20 лет до 50% рабочих операций в мире могут быть автоматизированы, и по масштабам этот процесс будет сопоставим с промышленной революцией XVIII–XIX веков [103,119]. Общеизвестно, что промышленная революция позволила отдельным странам добиться впечатляющих темпов экономического роста, и они на многие десятилетия стали лидерами мировой экономики (рисунок 1.2).

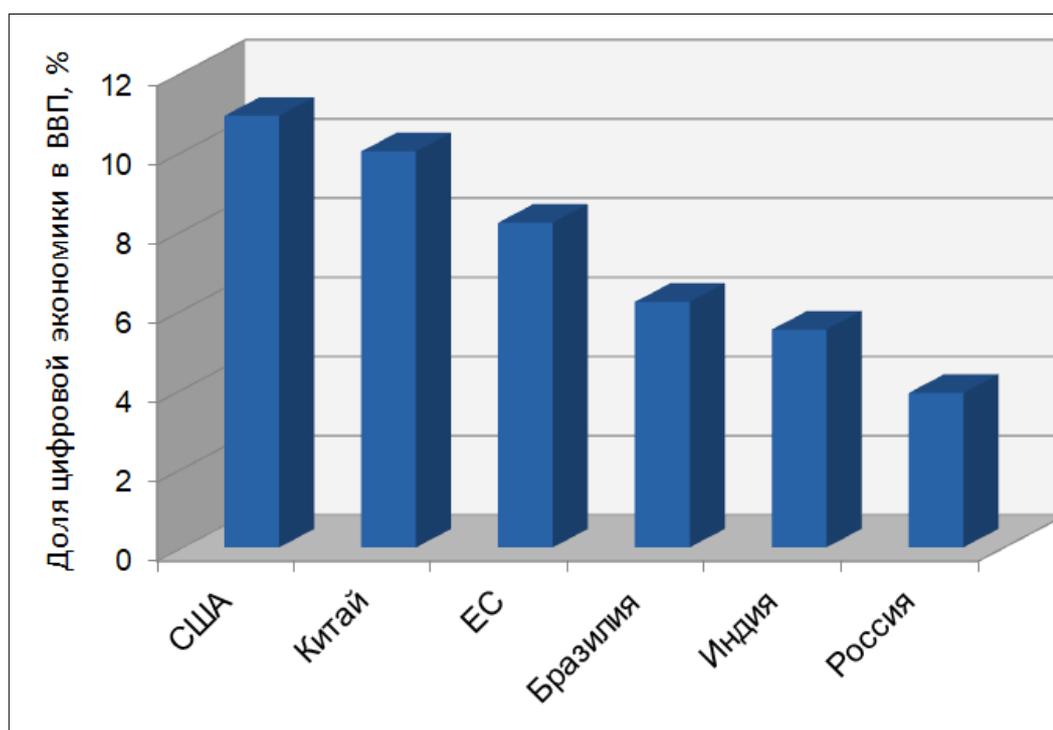


Рисунок 1.2 - Доля цифровой экономики в ВВП стран-мировых лидеров [по оценкам Глобального института McKinsey (MGI) [103,119]

Цифровая экономика преобразовывает стандартные модели отраслевых рынков, а также повышает конкурентоспособность их участников. Тем самым цифровизация определяет перспективы роста компаний, отраслей и национальных экономик в целом.

По оценкам McKinsey, потенциальный экономический эффект от дальнейшей цифровизации экономики России увеличит ВВП страны к 2025 году на 4,1–8,9 трлн руб. (в ценах 2015 года), что составит от 19 до 34% общего ожидаемого роста ВВП [103] (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Потенциальный экономический эффект от цифровизации экономики России [103,119]

Эти экономические прогнозы основываются, как на эффектах от автоматизации технологических процессов, так и на внедрении принципиально новых, инновационных бизнес-моделей и технологий. Среди них —цифровые платформы, цифровые промышленные системы, применение информационных технологий «BIG DATA», «CLOUD SERVICE», технологий «Индустрии 4.0», построение цифровых 3D-моделей, роботизация техники и оборудования, интернет вещей. По оценке Глобального института McKinsey, только интернет вещей до 2025 года будет ежегодно приносить мировой экономике от 4 до 11 трлн долл. США [103,119].

Основные направления развития технологий «Индустрия 4.0» и цифровизации отражены в Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», среди федеральных проектов которой следует выделить, применительно к данному исследованию, федеральный проект «Цифровые технологии».

На основе выполненного автором анализа, потенциальная выгода и эффект от применения технологий «Индустрия 4.0» и цифровизации приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Потенциальная выгода от применения технологий «Индустрия 4.0» и цифровизации [по 87,95,103,119]

Технологии «Индустрия 4.0» и цифровизация	Потенциальная выгода	Эффект, %
Автоматизация и роботизация оборудования	Прирост производительности	3-5
Загрузка производственного оборудования	Сокращение времени простоя оборудования	30-50
Автоматизация труда	Прирост производительности технических функций, эффективность и безопасность труда	45-55
Автоматизация технологических процессов	Повышение производительности	10-15
Автоматизация транспортировки, логистики	Сокращение затрат на хранение запасов, сокращение сроков, оперативность	20-50
Автоматизация производства продукции	Сокращение затрат, повышение качества продукции	10-20
Цифровой маркетинг	Повышение точности прогнозов	85
Интернет биржи, он-лайн сделки	Сокращение сроков выхода продукции на рынки	20-50
Цифровой сервис	Снижение расходов на послепродажное обслуживание	10-40

В последнее десятилетие, на современном этапе, горнорудная промышленность характеризуется быстрым развитием технических средств механизации и автоматизации технологических процессов, использованием

современных технических средств связи, автоматизацией технологий, процессов, операций и горного оборудования, роботизацией механизмов и оборудования, интенсивным внедрением цифровых технологий в процессы [87,95,63.104] Схематическое отображение взаимосвязи основных процессов и технологий «Индустрия 4.0», включая цифровизацию, приведено в работе [87] (рис.1.4).



Рисунок 1.4 - Схематическое отображение взаимосвязи основных процессов и технологий «Индустрия 4.0», включая цифровизацию [87]

Автором, на основе выполненного анализа, разработана схематическая концепция использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности (рисунок 1.5).

Основные концептуальные положения интегрирования современных геотехнологий и цифровизации в основные процессы предприятий горнорудной промышленности заключаются в следующем:

- *Отбойка* рудосодержащих пород – построение геологической 3D модели месторождения (или его участка, выемочного блока); роботизация буровой техники и горного оборудования, автоматизация буровзрывных работ;

- *Погрузка* рудных пород – построение 3D модели развала породной массы; роботизация погрузочной техники; автоматизация процессов погрузки;
- *Транспортировка* рудных пород – построение 3D модели транспортировки; роботизация транспортной техники и оборудования (автоматические транспортеры, беспилотный транспорт); автоматизация транспортировки;
- *Переработка* рудных пород – построение 3D модели и моделирование технологий переработки и обогащения; роботизация обогатительного оборудования, автоматизация процессов и операций переработки и обогащения руды;
- *Реализация* продукции горнорудного производства – построение 3D модели логистики, интернет–товарно-сырьевые биржи, on-line сделки.

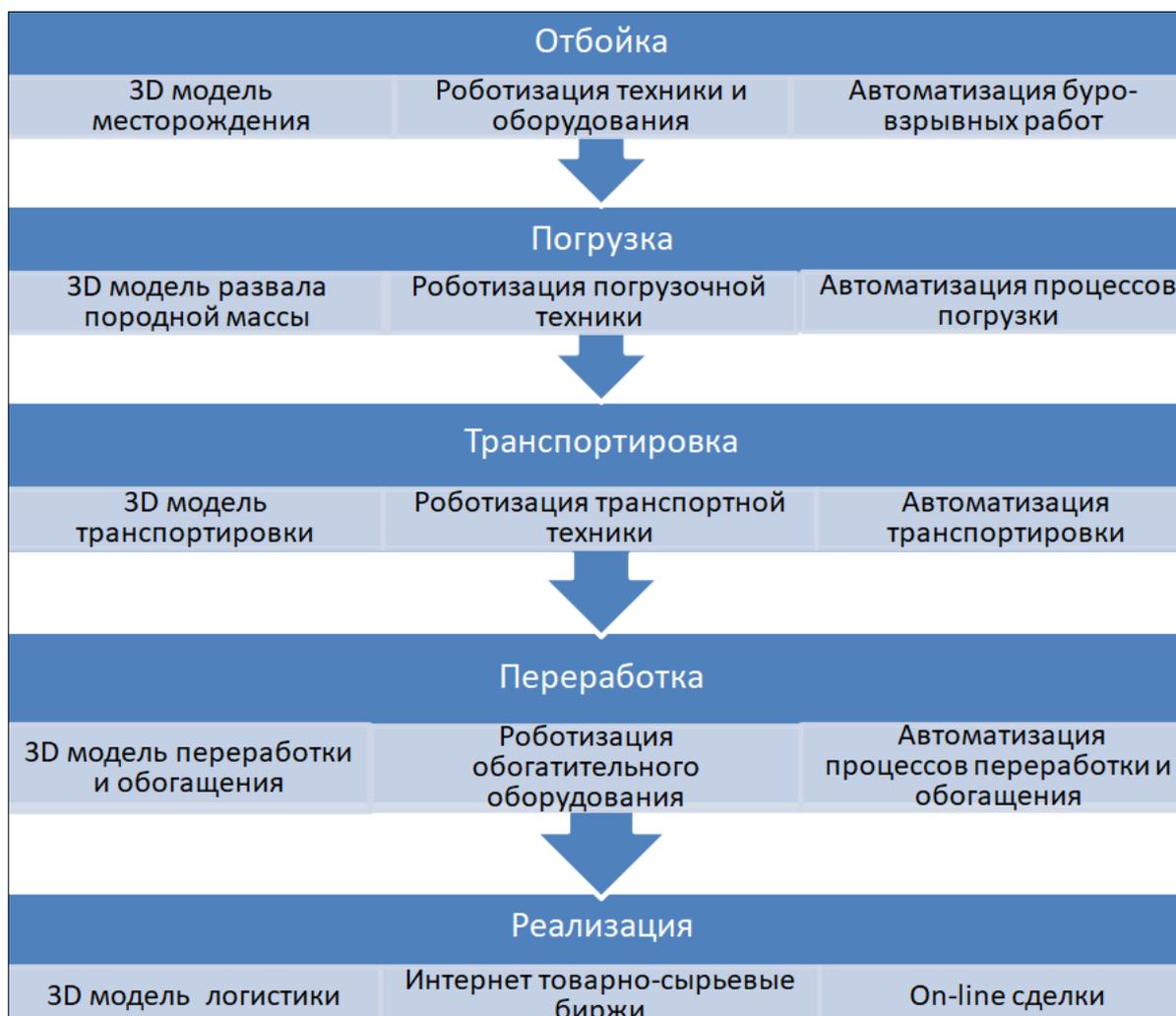


Рисунок 1.5 - Использование современных геотехнологий в основных процессах предприятий горнорудной промышленности

В работах [87,104,105] приводятся и другие примеры широкого применения на предприятиях горнорудной промышленности современных геотехнологий, что отвечает требованиям политики цифровизации промышленной информации, и, вместе с тем, позволяет автоматизировать операции, оборудование и применяемые горные механизмы, снизить эксплуатационные затраты при разработке горнорудных месторождений, и, в конечном итоге, способствует повышению эффективности развития горнорудного добывающего комплекса Европейского Севера России (таблица 1.2).

Таблица 1.2

Примеры получения выгоды горными предприятиями за счет использования современных геотехнологий и цифровизации [87,104,105]

Горное предприятие	Проект	Современные геотехнологии и цифровизация	Выгода, эффект
1	2	3	4
КФ АО «Апатит»	Кировский рудник	3D модель месторождения 3D модель рудника Дистанционное бурение скважин	Оптимизация горных работ Снижение эксплуатационных затрат
АО «Норникель»	Рудник	3D модель рудника	Оптимизация горных работ Снижение эксплуатационных затрат
АО «СЗФК»	ГОК «Олений ручей»	3D месторождения Автоматизация транспортировки	Оптимизация горных работ Снижение эксплуатационных затрат
Dundee Precious Metals Канада	Золотомедный рудник «Chelorech» (Болгария)	Цифровые технологии, связь и диспетчеризация.	Снижение себестоимости с \$60 до \$40 за 1 т. Повышение годового объема переработки руды – с 500 000 т до 2 млн т.
ПАО «Газпром нефть»	Нефтепромысел на Ямале	3D модели месторождения, цифровые технологии, автоматизация процессов, нейросеть	Увеличение добычи нефти; рост показателя EBITDA до 3-5% ежегодно (780 млрд руб. в 2018 г.); сокращение сроков реализации проектов с 12 до 5 лет
Rio Tinto Group	Rio Tinto	Беспилотная техника, цифровые двойники производств, Комплексные информационные системы	Повышение уровня безопасности, отсутствие людей на потенциально опасных участках; снижение эксплуатационных затрат
1	2	3	4
ПАО «Полюс»	Карьер «Восточный» Олимпиадинского	Беспилотная техника – самосвалы. Автоматическая система управления	Повышен уровень безопасности, управляемости и операционной эффективности;

	месторождения	оборудованием, горно-геологическая информационная система	Снижение эксплуатационных затрат
ПАО «Сибур Холдинг»	Цифровизация логистических процессов	Визуализация основных показателей и технологических операций	Экономия до 100 млн. руб.
British Petroleum	Применение цифровых решений	Комбинация цифровых решений и производственных технологий	Увеличение операционной выгоды на 2–4 %; прирост извлекаемых запасов нефти на 1 трлн бар к 2050г.; снижение себестоимости на 30 %
ПАО «Мечел»	ПАО «Южный Кузбасс»	Интеграция промышленных систем с бизнес-приложениями	Единый цикл планирования, исполнения, контроля, учета и анализа деятельности предприятия, сокращение времени принятия управленческих решений
Euras Group	Цифровая трансформация горно-металлургического холдинга:— 24 проекта.	Беспилотные летательные аппараты для маркшейдерской съемки на предприятиях «Распадской угольной компании»	Повышение эффективности производства, безопасность труда. Снижение эксплуатационных затрат
ОК «Русал»	Программа цифровизации, внедрение современных информационных технологий	Модернизация сетевой инфраструктуры. технического учета и телеметрии, внедрение системы управления производственными процессами (MES-системы)	Снижение себестоимости готовой продукции, повышение ее конкурентоспособности
АО «Евраз ЗСМК»	«Цифровой двойник»	Создание цифрового двойника предприятия	Ежегодный эффект 600 млн руб.

Таким образом, на основе выполненного анализа обосновано, что эффекты комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства, выражаются в снижении эксплуатационных расходов на 10-15%, повышении производительности труда, с одной стороны, и её безопасности, с другой, и др. (рисунок 1.6).

В основу необходимости учета современных геотехнологий и цифровизации для обоснования экономического развития предприятий горнорудной промышленности автором положены результаты научно-технических исследований Горного института КНЦ РАН по разработке и

совершенствованию технологий добычи и переработки руды и модернизации горного производства [63,104]. Выполненными исследованиями, в том числе с участием автора в решении отдельных задач, обосновано, что горнорудная промышленность на сегодняшний день характеризуется тенденциями к широкому внедрению современных геотехнологий и цифровизации. Эти тенденции основаны на быстром развитии технических средств механизации и автоматизации технологических процессов, использовании современных технических средств связи, автоматизированных методов получения информации о местоположении и состоянии геобъектов и горного оборудования, интенсивном внедрении компьютерных методов обработки данных, роботизации механизмов и оборудования. Все это позволяет повысить производительность труда в горнорудной промышленности и уменьшить долю ошибок, связанных с человеческим фактором. Вместе с тем широкое применение современных геотехнологий предопределяет необходимость развития и совершенствования организационно-экономических методов оценки, как действующих предприятий, так и новых горнорудных проектов.

Применение такой концепции, предусматривающей учет эффекта от использования современных геотехнологий в основных процессах предприятий, позволяет уточнить методологические подходы к организации горнорудного процесса. Это также дает возможность повысить доходность инвестиционного проекта за счет снижения эксплуатационных расходов. В комплексе, использование современных геотехнологий и цифровизации на горнорудных предприятиях повышает коммерческую привлекательность перспективных месторождений как инвестиционных проектов.



Рис. 1.6 - Эффекты от комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятия горнорудной промышленности [по 87,104,105].

Все это, в дальнейшем называемое в диссертационной работе современными геотехнологиями и цифровизацией, позволяет повысить производительность труда в горнорудной промышленности, снизить, по оценкам специалистов [63,104], эксплуатационные расходы на 10-15%, а также уменьшить долю ошибок, связанных с человеческим фактором. Кроме того, это позволяет снизить влияние факторов неопределенности и субъективизма в оценке инвестиционного проекта.

Таким образом, обоснована целесообразность и необходимость учета эффекта от использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности.

В работе предлагается учитывать эффекты комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства. Использование уточненного методического подхода к оценке позволяет учитывать снижение эксплуатационных расходов от применения современных геотехнологий и цифровизации на 10-15% и, тем самым, повысить коммерческую привлекательность перспективных месторождений как инвестиционных проектов

Для экономического развития предприятий горнорудной промышленности очень важное значение имеет государственная инвестиционная политика, которая должна заключаться в создании условий коммерческой привлекательности объектов рудного минерального сырья (перспективных месторождений или техногенных ресурсов). При этом, согласно работам [30,58,98], важной задачей является оценка инвестиционной привлекательности горнорудного проекта с точки зрения вовлечения его в экономический оборот. Необходимо и целесообразно выполнение его геолого-экономической и технико-экономической оценок, изучение и анализ имеющихся технологий добычи и переработки руды, наличия необходимого горного оборудования. Важное значение имеют объем необходимых на дату реализации горнорудного проекта инвестиций и возможность получения государственной поддержки. Для этих целей экспертными оценками и укрупненными расчетами определяются основные показатели инвестиционного проекта: срок (период) окупаемости инвестиций, ожидаемый доход, возможная прибыль, за вычетом эксплуатационных затрат и различного рода платежей и отчислений), показатели рентабельности. [3,48,74]. В качестве горнорудного проекта рассматриваются, как правило, перспективные месторождения рудного минерального сырья, а также отходы переработки рудной

массы обогатительными фабриками, складываемые в хвостохранилища. В случае высокой инвестиционной привлекательности горнорудный проект может быть вовлечен в экономический оборот. Реализация проекта заключается в проектировании и строительстве горнорудного предприятия, которое, посредством основных процессов по добыче и переработке рудного минерального сырья, будет производить и реализовывать продукцию, приносящую прибыль [3,96,114].

Реализация инвестиционных горнорудных проектов посредством промышленной разработки перспективных месторождений минерального сырья или объектов складирования техногенных (переработанных) ресурсов, позволит обеспечить устойчивое экономическое развитие, как самой горнорудной отрасли, так и благосостояния региона, и России в целом. При этом обеспечивается решение ряда промышленных и социально-экономических задач: развивается промышленное (материальное) производство, создается продукт как товар, увеличиваются отчисления в региональный и государственный бюджеты, создаются (увеличиваются) рабочие места, создается и развивается транспортная и социальная инфраструктура, и др. [1,80,100].

Для устойчивого развития горнорудной промышленности и обеспечивающих ее отраслей материального производства – производство материалов и энергии, изготовление машин и оборудования для добычи и переработки минерального сырья, и т.п., необходима обоснованная государственная инвестиционная политика. Согласно [98], инвестиции представляют собой прежде всего денежные средства, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли. Для реализации инвестиционной деятельности необходимо вложение инвестиций и осуществление практических действий в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта [16,31,98].

В основе горнорудного процесса лежит инвестиционный проект – в части «обоснования экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектная документация,

разработанная в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план)» [98].

В современных условиях для формирования инвестиционной политики в горнорудной промышленности особо важная роль принадлежит государству, которая реализуется средствами или инструментами государственной инвестиционной политики [35,36,98].

На основе анализа основных работ в этой области, автором предлагается классифицировать основные меры государственной инвестиционной политики в три категории (схематично представлены на рисунке 1.7):

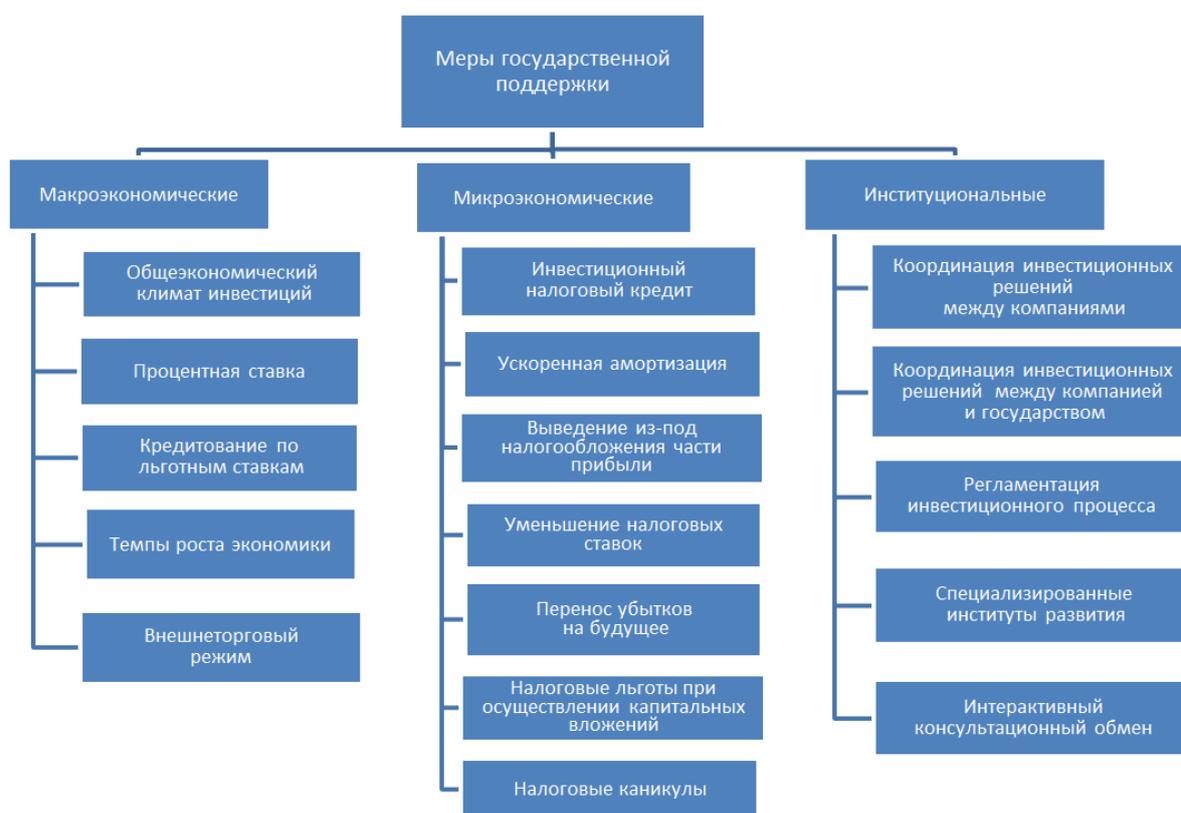


Рисунок 1.7 - Основные меры государственной инвестиционной политики

- ориентированные на государственный и/или региональный уровень - макроэкономические;
- ориентированные на конкретное предприятие или проект - микроэкономические;

- ориентированные на создание механизмов взаимодействия - институциональные.

В первую категорию – макроэкономические, относятся меры, посредством которых создается государственный или региональный экономический климат инвестиций, обуславливающий величину процентной ставки, кредитование по льготным ставкам, и тем самым определяющий темпы роста экономики и внешнеторговый режим.

Во вторую группу – микроэкономические, автором включены меры, посредством которых государство может влиять на деятельность предприятия или реализацию проекта. Это меры, непосредственно влияющие на объем фондов, создаваемых или остающихся в распоряжении предприятия. Сюда можно отнести: инвестиционный налоговый кредит, уменьшение налоговых ставок, ускоренная амортизация, налоговые льготы и каникулы.

В третью группу отнесены институциональные меры государственной инвестиционной политики, которые направлены, прежде всего, на разработку механизмов взаимодействия инвесторов между собой и с государственными структурами и обеспечение интерактивного консультационного обмена.

Большое значение в инвестиционной политике имеют методы и подходы к оценке коммерческой эффективности инвестиционного проекта.

Мировой опыт свидетельствует, что в основном оценка инвестиционной привлекательности базируется на анализе соотношения «доходы-затраты». К наиболее известным и широко применяемым методам, моделям и подходам относятся: методика UNIDO, модели EBRR, методические рекомендации Минэкономики РФ, отраслевые методические рекомендации и методики [28,58,86,116,129].

В качестве критериев геолого-экономической оценки минеральных ресурсов рассматривают показатели стоимостной оценки запасов, а также геологические и климатические условия, местоположение и доступность (удаленность). Далее, при выполнении условия соотношения «доход-затраты» больше единицы, принимается предварительно, что проект может быть

коммерчески выгодным. Затем могут рассматриваться и анализироваться дисконтированные денежные потоки как без учета налоговых и других отчислений, так с их учетом.

К основным недостаткам известных на сегодняшний день подходов, которые затрудняют их использование применительно к оценке инвестиционной привлекательности горнорудного проекта, следует отнести:

- отсутствие единых критериев для отнесения горнорудного проекта к категории инвестиционно привлекательных;
- нет четких критериев определения оптимального срока окупаемости инвестиций в горнорудный проект;
- нет четких рекомендаций по принятию (расчету) и обоснованию принимаемой величины ставки дисконтирования;
- недостаточно проработан механизм оценки и подходов по минимизации рисков различной природы;
- недостаточно проработаны организационно-экономические методы оценки горнорудных проектов на базе перспективных месторождений и объектов складирования отходов горного производства;
- не учитываются в основных горнорудных процессах современные геотехнологии;
- нет универсальной модели инвестиционных горнорудных проектов.

Выявленные и систематизированные недостатки существующих подходов позволяют прийти к выводу, что для оценки инвестиционной привлекательности горнорудных проектов нет единого научно обоснованного методического подхода.

В этой связи, на сегодняшний день имеет научную и практическую актуальность решение задачи по обоснованию экономического развития горнорудной промышленности посредством оценки и реализации инвестиционных проектов. Это может быть достигнуто посредством развития и совершенствования существующих организационно-методических методов оценки проектов, обосновании критериев их инвестиционной привлекательности,

создании объектно-ориентированной модели инвестиционного горнорудного проекта. Важное значение при этом имеет учет использования в основных горнорудных процессах современных геотехнологий и цифровизации [32,104,134].

Таким образом, выполненный анализ позволяет сделать вывод, что экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности должно базироваться на:

- уточнении методических подходов к оценке эффективности развития предприятий на основе инвестиционных горнорудных проектов в части учета эффектов комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства (снижение эксплуатационных расходов на 10-15%, повышение безопасности и производительности труда и т.п.);
- обосновании условий инвестиционной привлекательности горнорудных проектов, включая (принимая во внимание) экономический эффект и минимизацию влияния факторов неопределенности и субъективизма за счет комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации;
- разработке концепции экономического развития горнорудных предприятий на основе инвестиционных проектов, которая должна включать в себя, в отличие от существующих, системный подход по учету эффектов комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации во всех основных процессах горного производства;
- концептуальных обоснованиях сценариев развития предприятий горнорудной промышленности за счет вовлечения в экономический оборот перспективных месторождений рудного минерального сырья.

1.2. Экономическая оценка инвестиционной привлекательности проектов в горнорудной промышленности

В основе эффективности предприятий горнорудной промышленности лежит получение прибыли, которая формируется за счет двух источников [111,121,122]. Первый источник, как и во всей промышленности, создается трудом и зависит от: уровня применяемых технологий и технических средств; организации производства на горнорудном предприятии. Второй источник прибыли определяется природными особенностями объектов труда, т. е. объектами рудного минерального сырья.

Прибыль за счет второго источника, то есть создаваемая посредством природных, горно-геологических и географо-экономических, факторов, присущих конкретному месторождению, является горной рентой. Горная рента выступает в качестве основного образующего прибыль фактора, и поэтому она является одной из важнейших экономических особенностей горнорудного процесса.

Поэтому экономическое обеспечение привлекательности проектов в части освоения месторождений рудных ископаемых основывается на геолого-экономической оценке их ресурсов и запасов [9,118,119]. Фактически, экономическое обеспечение инвестиционной привлекательности горнорудных проектов представляет собой совокупность подходов по стоимостной оценке запасов минерального рудного сырья, определению экономических показателей по основным горнорудным процессам и оценке эффективности реализации рассматриваемого проекта [3,126,128].

В работе [3] дается определение стоимостной оценке запасов (или ресурсов) рудного минерального сырья. При этом возможно оценивать, как доход в целом, так и с использованием метода дисконтирования, и в этом случае оценивается дисконтированный доход (а за вычетом платежей и отчислений – чистый дисконтированный доход ЧДД). Затраты также должны учитываться, но в процессе стоимостной оценки они имеют подчиненное значение [111,127].

Таким образом, стоимостная оценка запасов рудного минерального сырья опосредованно отражает доход, который может получить инвестор. При этом необходимо учитывать влияние таких факторов, как: рыночная стоимость производимого продукта, доступные геотехнологии, горное оборудование и

технические средства, объемы одномоментных капитальных и распределенных эксплуатационных затрат, налогов и выплат [78].

В Федеральном Законе РФ «О недрах» [33] сказано, что стоимостная оценка запасов должна производиться для регулирования государством вопросов пользования недрами и воспроизводства (развития в целом) минерально-сырьевой базы.

Для выполнения экономического обоснования развития горнорудной промышленности необходимо принимать во внимание основные процессы (отбойка, погрузка, транспортирование, производство (переработка) и реализация продукции) горнорудного бизнеса. При этом необходимо учитывать влияние на развитие отрасли следующих факторов: горно-геологических, геотехнологических, экономических, экологических, геополитических и др.

Особую актуальность, применительно к месторождениям рудного минерального сырья Европейского Севера России, приобретает учет в экономическом обосновании их освоения: северные (арктические) климатические факторы, экологическая ранимость природных систем, недостаточность транспортной инфраструктуры, относительная удаленность и труднодоступность месторождений, недостаточность квалифицированных и рабочих кадров, конкуренцию действующих и новых горнорудных предприятий [15,23,24,43,101].

Геолого-экономическая оценка рудных месторождений используется в качестве инструментария в целях экономического обоснования развития горнорудной отрасли и целесообразности реализации инвестиционных проектов [11,40].

По мнению ряда исследователей [13,77,93], при проведении геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых решаются следующие задачи:

- прогнозное пополнение федерального и регионального бюджетов, а также возможные отчисления в различного рода фонды и социально-экономическая поддержка территорий;

- практическая реализация Программы «Воспроизводство минерально-сырьевой базы России» (в части обоснования объемов геологоразведочных работ, восполнение и прирост разведанных запасов);
- обоснование направлений поисково-оценочных и разведочных работ на перспективных территориях;
- ранжирование перспективных территорий, месторождений и участков по степени возможного вовлечения в промышленную эксплуатацию;
- формирование государственной, региональной и отраслевой политики по выдаче лицензий.

Необходимость геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых обусловлена целями формирования надёжной информации о минерально-сырьевой базе. Методы учёта дифференциальной ренты получили развитие в работах, основанных на оценке замыкающих затрат [27,111].

В работе [102] дается описание, как определять потенциальную ценность месторождений посредством произведения запасов полезных ископаемых, с учетом потерь, на разницу между стоимостью 1т добытой руды и себестоимостью. В целом подход обладает рядом достоинств, среди которых относительная простота расчетов. Вместе с тем этот подход не может быть применим для перспективных месторождений, которые еще не вовлечены в промышленный оборот.

В работе [13] приводится анализ зарубежного опыта оценки стоимости запасов месторождений. Основу применяемого подхода составляло нахождение дохода (прибыли) непосредственно при разработке месторождения. По сути, с использованием известной формулы, рассчитывался чистый дисконтированный доход. В работе также отмечено, что одной из основных задач геолого-экономической оценки месторождения является прогноз настоящих и будущих потребностей в минеральном сырье.

В работе [102] предлагается метод геолого-экономической оценки территорий (районов) при заданных равных начальных затратах. Метод базируется на выполнении следующих этапов. Вначале выполняют оценку

запасов по современным рыночным ценам соответствующего продукта. Здесь возможно применение метода аналогии – когда возможно использовать опыт аналогичного месторождения. В других случаях предлагается применение следующей формулы:

$$Ц = C + W(1 + P) + \Phi ek + R$$

где $Ц$ – стоимость запасов, C – капитальные затраты; W – затраты на оплату труда, P – коэффициент пропорциональности, Φ – стоимость основных фондов; e – коэффициент пропорциональности; k – коэффициент дифференциации; R – горная рента.

Далее определяется степень распределения месторождений полезных ископаемых по изучаемой территории. При этом учитываются прогнозные объемы потреблений и расстояния, на которые необходимо будет транспортировать добытую руду. Целесообразное расстояние для транспортировки предлагается рассчитывать по формуле [102]:

$$P = [(C1 + B1) - (C2 + B2)] / 2C$$

Где: P – целесообразное расстояние, км, $C1, C2$ – более высокая и низкая себестоимость добычи, соответственно, $B1, B2$ – соответствующая себестоимость переработки; C – себестоимость перевозки на 1 км.

Затем производится непосредственно ранжирование территорий по полученным значениям экономических оценок. Здесь предлагается формула, позволяющая рассчитать ожидаемую прибыль как разницу между ценой (стоимостью) запасов и себестоимостью вовлечения их в промышленный оборот:

$$P = Ц - C$$

При применении метода дисконтирования, стоимостная оценка запасов месторождений может рассчитываться по нижеприведенной формуле:

$$R_p = \sum_{t=1}^T \frac{Z(t) - S(t)}{(1 + e)^t}$$

Рекомендуется в каждом случае рассчитывать по формуле значение R_p , и далее ранжировать месторождения по полученным значениям R_p . Находится вариант с максимальным значением, и затем расставляются запасы

месторождений по убыванию. В дальнейшем принимается критерий, при котором стоимостная оценка считается привлекательной или оптимальной.

Такие подходы, изначально изложенные в [3], применяются в работах многих исследователей [17,47,49,82,87].

Геолого-экономическая оценка рудных месторождений является неотъемлемой частью обоснования ТЭО их кондиций. Следует отметить, что большая часть рекомендаций по выполнению такой оценки разработана в ВИЭМС. Ряд нормативных документов по геолого-экономической оценке запасов месторождений разработан ГКЗ [57,59].

Начиная с конца 20-го века, для геолого-экономической оценки запасов месторождений разрабатываются различные концепции. Одной из таких концепций является концепция «горной ренты», в основе которой лежат горно-геологические условия и качество полезного ископаемого. В работе [23] дано обоснование, что концепция «дифференциальная рента» может служить основным критерием коммерческой привлекательности перспективных месторождений. Эта концепция позволяет получить наибольший экономический эффект при прочих равных условиях [108].

Также в работе [108] обосновывается, что применение критерия дифференциальная рента позволяет решать оптимизационные задачи. Поэтому предлагается принимать дифференциальную ренту I рода, отражающую расположение месторождения и его качество, и дифференциальную ренту II рода, учитывающую возможность применения приемлемых геотехнологий.

Как уже указывалось, в Федеральном законе РФ «О недрах» [33] зафиксирована необходимость проведения геолого-экономической и стоимостной оценок месторождений. Вместе с тем проведенный анализ показал, что единой и утвержденной Министерством природных ресурсов РФ методики по выполнению таких оценок нет. Как следствие, такие оценки выполняются в различных организациях по-разному, основываясь на собственных разработках. Поэтому в каждом случае требуются подтверждения достоверности выполненных оценок.

Определенные требования к необходимости выполнения геолого-экономической оценки закреплены Приказом Роснедр [78]. Кроме того, есть и другие нормативно-методические документы, которые в том числе определяют подходы к оценке кондиций, категории запасов (балансовые и забалансовые), порядок утверждения запасов в ГКЗ РФ [77].

В развитых зарубежных странах, где приоритетно учитываются частная собственность на полезные ископаемые и территорию (землю), геолого-экономическая оценка запасов используется достаточно широко [102,111,112]. При этом используется концепция дисконтирования, входящая в основу многих методов. Изредка применяются методы, базовым для которых является календарный год или определенный производственный цикл.

В качестве примеров можно привести США, Канаду, ЮАР, Великобританию, в которых управление недрами базируется на их экономической оценке. В этих странах существуют специализированные организации, которые профессионально проводят геолого-экономическую оценку запасов месторождения [61,115,136].

Обобщение подходов к геолого-экономической оценке месторождений твердых полезных ископаемых как проектов представлено на рисунке 1.8.

Оценка инвестиционной привлекательности может выполняться простыми методами (расчет простой нормы прибыли и срока окупаемости), а также на основе концепции дисконтирования, в результате чего выполняется расчёт основных показателей: дисконтированного срока окупаемости ($T_{ок}$), чистого дисконтированного дохода (ЧДД), индекса доходности (ИД) и внутренней нормы доходности (ВНД).

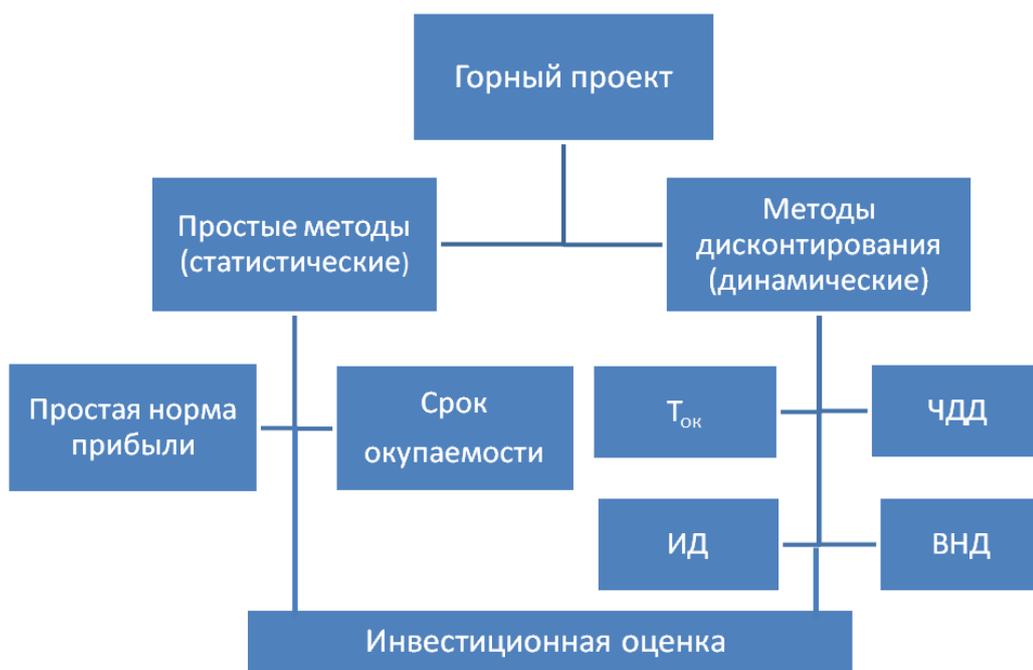


Рисунок 1.8 - Существующие подходы к экономической оценке инвестиционной привлекательности проекта в горнорудной промышленности

Основные показатели, используемые при экономическом обеспечении инвестиционной привлекательности проекта в горной промышленности:

- простая норма прибыли – показатель, который характеризует объём возмещаемых инвестиций за период планирования; сравнивается с заданным значением.
- срок окупаемости – период времени, за который доходы от реализации производимого продукта сравниваются с капиталовложениями в его освоение.
- чистый дисконтированный доход (ЧДД) – показатель, характеризующий доход от разработки месторождения с учетом концепции дисконтирования. Это важный показатель для оценки инвестиций. Но при расчёте этого показателя существенное значение имеет масштабность потенциального горнодобывающего предприятия. Поэтому к основным недостаткам можно отнести именно это обстоятельство, что уровень крупности (масштабности) предприятия играет определяющее значение.

➤ дисконтированный срок окупаемости (Ток) – показатель, дающий представление о периоде времени, за который дисконтированные доходы от разработки месторождения сравниваются с дисконтированным объёмом инвестиций в его освоение. К недостаткам можно отнести нечёткость получения конечного значения, зависящего от принимаемой ставки дисконтирования.

➤ индекс доходности (ИД) – показатель, позволяющий оценить дисконтированные доходы по соотношению к объёму инвестиций (капиталовложений), то есть относительную доходность проекта.

➤ внутренняя норма доходности (ВНД) – показатель, который позволяет определить временной отрезок, при котором результирующий дисконтированный поток дохода становится равным результирующему дисконтированному потоку затрат (так называемая «точка безубыточности»).

Кроме того, для геолого-экономической оценки месторождений иногда могут применяться и другие подходы, используемые для оценки инвестиционных проектов [50,53,98,122,129]. В частности, рассматриваются и анализируются дисконтированные денежные потоки, как без учета налоговых и других отчислений, так с их учетом.

Рядом исследователей в работах [3,60,97,99] даётся обоснование, что геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых должна быть направлена на стоимостную их ценность. Рекомендуется при этом учитывать существующую государственную политику в части экологических ограничений, различного рода налогов и отчислений.

В нормативно-методической работе [59] изложены требования и подходы к стоимостной оценке запасов месторождений полезных ископаемых. Суть подходов заключается в параметрических расчетах чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Реализуется концепция дисконтирования, при которой ЧДД рассчитывается в виде суммы всех доходов, приведенных к дате реализации проекта, за определенный период. При этом ставка дисконтирования принимается постоянной.

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (Ц_t - Z_n + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \left[K_t \frac{1}{(1+E)^t} \right]$$

где $Ц_t$ – стоимость реализованной продукции (выручка предприятия) в t -м году; $Z_n = Z_t + H_\phi + H_n$ – полные затраты, производимые в t -м году; A_t – амортизационные отчисления, производимые в t -м году; Z_t – годовые эксплуатационные затраты, руб.; H_ϕ – налоги погашаемые из валовой прибыли (налог на имущество); T – расчетный период (в общем случае от начала строительства до ликвидации предприятия); K_t – капитальные вложения в t -м году, H_n – налог на прибыль, E – ставка дисконтирования.

По результатам расчетов принимается, что если ЧДД имеет положительное значение, то освоение месторождения может считаться экономически эффективным.

Также в работе [59] показано, что отношение дисконтированных доходов $(Ц_t - Z_n + A_t)$ к дисконтированным капиталовложениям являет собой индекс доходности (ИД):

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (Ц_t - Z_n + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T K_t \frac{1}{(1+E)^t}}$$

Если по результатам расчетов выполняется условие $ИД > 1$, то считается, что проект экономически эффективен.

Выполненный анализ показал, что уровень и проработка методических подходов к геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых имеют большое значение для развития горнорудного бизнеса. Горнорудный бизнес, реализуемый посредством инвестиционных проектов в горнорудную отрасль промышленности, остро нуждается в развитии и совершенствовании методов их оценки. Несомненную актуальность имеет разработка модели инвестиционного горнорудного проекта, позволяющей обосновать сценарии вовлечения в промышленную эксплуатацию перспективных месторождений и техногенных ресурсов рудного минерального сырья Европейского Севера России.

1.3. Теория и практика реализации крупных горнорудных проектов: отечественный и зарубежный опыт

Успешное и эффективное функционирование горнорудной промышленности определяется, главным образом, крупными горнодобывающими и перерабатывающими компаниями. Экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности в большой степени зависит от реализации инвестиционных проектов по освоению как традиционных для компаний видов рудного минерального сырья, так и новых, перспективных и стратегически важных, полезных ископаемых.

Согласно [73,75], основными критериями отнесения инвестиционного горнорудного проекта к категории крупных являются объём инвестиций, объёмы ресурсов, срок реализации и денежный доход, а также создание новых крупномасштабных горнодобывающих предприятий. Такие инвестиционные проекты имеют большие социально-экономические эффекты, оказывают существенное влияние на территории, промышленные и гражданские объекты, повышают благосостояние населения, и способствуют экономическому развитию региона и страны в целом [107].

В Российской Федерации крупными горнорудными проектами являются: вовлечение в промышленный оборот новых апатитовых месторождений (строительство Северо-Западной Фосфорной Компанией (СЗФК) ГОКа «Олений ручей» и разработка технического проекта по месторождению «Партамчорр»), проект по освоению месторождения редкоземельных металлов и ниобия «Томторское», проект на освоение Удоканского месторождения медных руд, проект по месторождению Быстринское (золото-железо-медных руды), несколько проектов в Якутии (железорудные месторождения), и др. (таблица 1.3).

Согласно работам [4,73,75], характерными особенностями реализации горнорудных проектов являются: сложные в целом географические и природно-климатические условия, удаленность и труднодоступность месторождений, недостаточная развитость транспортной инфраструктуры, недостаточность

энергообеспечения, слабая обеспеченность квалифицированными и трудовыми кадрами. К этому необходимо добавить большую ранимость окружающих природных систем на фоне сложных финансовых, организационных, технологических, технических и экономических условий.

Таблица 1.3

Крупные горнорудные проекты освоения месторождений рудных полезных ископаемых Российской Федерации

Инвестиционный проект	Регион	Инвестор	Объем инвестиций	Объем добычи	Срок реализации
Рудник «Олений ручей», СЗФК	Мурманская область	АКРОН	≈ 1 млрд долл	7 млн т	>70 лет
Месторождение Партамчорр, апатитовые руды	Мурманская область	АКРОН	≈ 1.1 млрд долл	3,6 млн т	≈ 60 лет
Эльгинское месторождение каменного угля	Республика Саха (Якутия)	ПАО "Мечел"	2,5 млрд долл	27 млн т	>70 лет
Удоканское месторождение медной руды	Забайкальский край	ООО "БГК"	244 млрд руб	36,3 млн т	>100 лет
Элегестское месторождение	Республика Тыва	ЗАО "ТЭПК"	217 млрд руб	15 млн т	>70 лет
Быстринское месторождение золото-железо-медных руд	Забайкальский край	ПАО «ГМК «Норильский никель»	51,6 млрд руб	10 млн т	>50 лет
Богучанское энерго-металлургического объединения	Красноярский край	ОК "Русал"	5 млрд долл	588 тыс. т	> 50 лет
Томторское редкометалльное месторождение	Якутия	ООО "ТриАрк Майнинг"	67 млрд руб	100 тыс. т	> 70 лет
Железорудные месторождения Южной Якутии	Республика Саха (Якутия)	ЗАО "ГМК "ТИМИР" (ЕВРАЗ и АЛРОСА)	349 млрд руб	11,4 млн т.	>100 лет

Ключевой, а порой и главной, проблемой реализации горнорудных проектов является недостаточность транспортной инфраструктуры. Практически все перспективные месторождения минерального рудного сырья расположены на удаленных территориях Севера, не имеющих железнодорожных и автомобильных дорог. Поэтому первейшей задачей становится строительство дорог (создание транспортной инфраструктуры), в целях обеспечения полноценного

функционирования производственных и социальных комплексов. Это приводит к росту первоначальных капитальных вложений и удорожанию инвестиционного проекта в целом.

В частности, при вовлечении в промышленную эксплуатацию Эльгинского месторождения (Саха, Якутия) потребовалось строительство железной дороги общей протяженностью свыше 300 км [73]. Инвестиции именно в строительство дороги превысили 70% от общих инвестиций на тот период времени. В итоге, по данным авторов работы [73], у инвестора (в лице ПАО «Мечел») возникли финансовые затруднения, вследствие чего сроки реализации инвестиционного проекта сдвинулись на неопределенное время (по предварительным данным, более чем на 4 года).

Недостаточная освоенность территорий, на которых находятся перспективные месторождения, также обуславливает усложнение реализации инвестиционных проектов. Нередки случаи, когда вследствие неосвоенности, недостаточности транспортных коммуникаций и энергообеспечивающих систем, реализация проектов затруднена или невозможна в современных условиях развития техники и технологий.

Примером высокой потребности в обеспечении энергией является проект Быстринского месторождения (золото-железо-медные руды), для обеспечения реализации которого необходимо наращивание мощностей Харанорской ГРЭС, а также строительство энергообеспечивающей коммуникации от станции до нового горнорудного предприятия [73]. Как следствие этого, можно ожидать кратное возрастание стоимости инвестиционного проекта.

Многие перспективные месторождения Севера России расположены в горной местности, имеют достаточно сложные горно-геологические условия и относительно низкое качество полезного ископаемого. Все это в совокупности создает неблагоприятные природно-климатические условия, негативно влияющие на инвестиционную привлекательность горнорудного проекта.

К таким горнорудным проектам, характеризующимся крайне неблагоприятными и сложными и географо-климатическими условиями, следует

отнести Удоканское меднорудное месторождение [73]. Территория, на которой расположено месторождение, имеет высокогорно-котловинный рельеф, который подстилает мощный слой (около 800 м) вечномерзлых пород. При этом в регионе отмечаются современные тектонические движения верхней части земной коры, что сопровождается землетрясениями до 9-10 баллов, и создает дополнительные опасности лавин и селей. Климат характеризуется низкими среднегодовыми температурами, при периодическом резком их перепаде. Вследствие этого реализация проекта дополнительно осложняется: мерзлые породы критически резко изменяют свои физические свойства, отбитая рудная масса перемешивается со снегом и подвергается смерзаемости; ухудшается вентиляция горных выработок и, особенно, карьера, снижается надежность и ресурс горной техники и оборудования.

Аналогичные природно-климатические сложности имеет и Томторское месторождение редких металлов и ниобия.

Для успешной реализации горнорудных проектов в современных условиях требуются квалифицированные кадры: горные менеджеры, инженеры, технический персонал, а также специально подготовленный трудовой персонал, способный работать с современными горными механизмами, техникой и оборудованием. Важным на сегодняшний день является умение использовать компьютерное оборудование, цифровые технологии, средства автоматизации и роботизированную технику. Как правило, на неосвоенных и удаленных территориях Севера с малой плотностью населения, таких специалистов и в таком количестве, не хватает [1,46,55,73]. Поэтому зачастую компании-инвесторы, сталкиваясь с дефицитом местных кадров, пытаются решить проблему посредством «вахтового метода», не всегда приносящего ожидаемый результат.

Некоторыми исследователями предлагается в Российской Федерации применять проектное финансирование, которое достаточно широко используется в зарубежной практике [83,88].

Одной из важных проблем вовлечения новых месторождений в промышленную эксплуатацию является высокая ранимость окружающих

природных систем. Многими исследователями отмечается, что горное производство представляет собой сложные процессы (отбойка, погрузка, транспортирование, переработка породно-рудной массы), которые весьма интенсивно воздействуют негативно на основные компоненты окружающих природных систем.

Вовлечение в экономический оборот и промышленная эксплуатация горнорудного месторождения приводит к изменению рельефа: создание крупных выемок (карьеров), техногенных гор (породных отвалов), создание различного рода объектов складирования отходов горного производства (хвостохранилища площадью десятки км² и ограждающие дамбы высотой до 100м). Ведение горнорудного производства приводит к изменению гидрогеологического режима района, изменению физических, геохимических, биологических природных процессов. Особенно сильным является влияние горных работ на гидрогеологический режим: происходит изменение и миграция подземных водоносных горизонтов, образуются новые или исчезают поверхностные водные источники, происходит в целом загрязнение вод.

Мировой опыт имеет ряд примеров крупных горнорудных проектов, направленных на восполнение потребностей в фосфатном сырье. По данным Геологической службы США, мировое потребление фосфатных удобрений превысит 50 млн. тонн в 2020 году [130]. Прогнозируется, что страны Азии и Южной Америки возглавят рост спроса. Мировая добыча фосфоритов, как ожидается, увеличится на 2% ежегодно до 2020 года, с крупнейших областей роста в Африке и на Ближнем Востоке [130]. Расширение мощностей по производству фосфатов только в Марокко удвоит мировое производство фосфатов в 2020 году. Можно прогнозировать, что проекты в Алжире, Бразилии, Египте, Иордании, Казахстане, Перу, России и Сенегале также позволят увеличить производство фосфатов.

Отличительной особенностью реализации зарубежных крупных горнорудных фосфатных проектов является то, что эти проекты находятся в компетенции компаний с высокой рыночной капитализацией [67,81,131].

В данном исследовании рассмотрены одиннадцать крупных горнорудных проектов по фосфатному сырью, девять из которых являются зарубежными: «Ardmore», «TresEstradas», «Bayovar», «Nutrien Ltd», «Baobab», «Ammaroo», «Mosaic_1», «Lac A Paul phosphate», «Farim phosphate»; и два - в Российской Федерации: «Олений Ручей» и «Партомчорр» (таблица 1.4). На месторождении «Олений ручей» Северо-Западной Фосфорной Компанией построен одноименный комбинат, а по месторождению «Партомчорр» ведутся изыскания и готовится рабочий проект.

Как следует из данных в таблице 1.4, капитализация компаний, реализующих проекты, является высокой и, в целом, превышает десятки миллиардов долларов США.

Месторождения-проекты имеют запасы от 100 до 1000 млн тонн, при содержании (качестве) полезного ископаемого в среднем 10-20% (есть случаи достаточно бедного содержания от 5,2%, и до очень богатого (высокого) - до 28%).

Объем необходимых инвестиций составляет в среднем 1000 млн долларов США, а в некоторых случаях («Lac A Paul phosphate», «Bayovar», «Ammaroo») может достигать 4000-6000 млн долларов США.

Важным условием также является наличие государственной поддержки в реализации крупных горнорудных проектов.

Далее рассмотрены компании, которые работают над продвижением крупных инвестиционных проектов, ориентированных на освоение фосфорсодержащих месторождений и производство удобрений. Рассмотренные компании перечислены в алфавитном порядке и имеют рыночную капитализацию в среднем около и более 1000 миллионов долларов [130,131,133].

Aguia Resources (Рыночная капитализация около 420 млн. долларов) сосредоточена на реализации инвестиционных рудных проектов по освоению фосфатных месторождений в Бразилии. По данным компании, один из проектов - месторождение «TresEstradas», имеет измеренные и подсчитанные ресурсы около 83 млн тонн руды с содержанием 5,2 % P_2O_5 с использованием бортового содержания на 3% P_2O_5 . Проект имеет дополнительную оценку: 21,8 млн тонн и

3,7 % P₂O₅ в предполагаемой категории запасов. Технико-экономическое обоснование выполнено в 2018 году.

Таблица 1.4

Крупные инвестиционные проекты по освоению рудных фосфатных месторождений [по 51,131,135,]

Компания, страна	Капитализация, млн \$ США	Инвестиционный проект	Запасы, млн тонн	Содержание P ₂ O ₅ , %	Объем инвестиций млн \$ США
Aguia Resources Австралия	420	TresEstradas	83	5,2	860
Ariane Phosphate Канада	1200	Lac A Paul phosphate	472	6,9	6500
Avenira Австралия	400	Baobab	289	16-19,4	1040
Centrex Metals Австралия	8290	Ardmore	16,2	27,8	900
Grow MaxResources Канада	3000	Bayovar	593	28	3300
Itafos Международная	3450	Farim phosphate	150	27,7	830
Mosaic США	9270	Mosaic_1	260	14-19,5	880
Nutrien Ltd Канада	36000	Nutrien Ltd	н/д	н/д	н/д
Verdant Minerals Австралия	450	Ammaroo	980	10-15	4950
СЗФК, Россия	10000	Олений ручей	404	15,8	1000
СЗФК, Россия	10000	Партомчорр	543	7,56	1100

Ariane Phosphate (рыночная капитализация: 1200 млн \$) имеет инвестиционный проект на освоение месторождения «Lac A Paul phosphate» в Квебеке. Компания получила поддержку проекта от государства через программу Plan Nord. Компания находится на стадии разработки проекта, который, по ее словам, является одним из крупнейших в своем роде в Канаде. Завершена работа над соглашениями с несколькими крупными поставщиками, продолжено изучение

путей оптимизации активов и рассмотрены возможности налаживания партнерских отношений с организациями-единомышленниками в отношении различных деловых возможностей. В частности, компания объявила о подписании Меморандума о взаимопонимании с компанией Rio Tinto с целью “изучения потенциального синергизма в области морских перевозок с использованием судов Rio Tinto для доставки фосфатного концентрата Arianne.”

Активы компании Avenira (рыночная капитализация 400 млн.\$) включают в себя фосфатный рудник в Сенегале, который является ее основным приоритетом, и имеет инвестиционный проект «Wonarah Phosphate» в Австралии. Компания предполагает крупное расширение мощностей рудника в Сенегале за счет прироста запасов с имеющихся 34,9 млн т, с содержанием P_2O_5 20,7%, до 156 млн т, с содержанием P_2O_5 19%. Компания Авенира планирует увеличить производительность рудника на 1 млн т в год.

У компании «Centrex Metals» (рыночная капитализация 8290 млн долларов) есть различные инвестиционные проекты, которые направлены на производство различных товаров, включая горнорудный инвестиционный проект, который сосредоточен на фосфате. Месторождение «Ardmore», расположенное в Квинсленде, имеет запасы 16,2 млн т, при содержании P_2O_5 27,8%, и возможностью прироста запасов с содержанием 19% P_2O_5 . «Centrex Metals» намерена развивать экспорт фосфоритов для поставок на близлежащие Азиатские и Австралийские рынки. Компания завершила аналитическое исследование для месторождения «Ardmore», выполнила геолого-экономическое и технико-экономическое обоснование; первые поставки ожидаются в 2020 году.

GrowMax Resources (рыночная капитализация 3000 млн \$) – горнорудная компания, основным активом которой является месторождение «Bayovar» в Перу. Цель компании - стать ведущим производителем фосфорных и калийных удобрений в Канаде и за рубежом. В пресс-релизе, выпущенном в конце 2019 года, GrowMax поделилась своей стратегией продвижения вперед, отметив, что ее ключевые направления на 2020 год будут включать оптимизацию существующих

проектов, выход на рынок перуанских удобрений, и работу по добавлению дополнительных активов в свой портфель.

Itafos (рыночная капитализация 3450 млн \$) позиционирует себя как интегрированный производитель фосфорсодержащих удобрений и специальных продуктов, и утверждает, что имеет привлекательный портфель долгосрочных и стратегических активов. Инвестиционный проект, который реализует компания, включает основанную на Айдахо деятельность Конда, которая производит около 540 000 тонн в год фосфата моноаммония, супер фосфорной кислоты, фосфорной кислоты и специализированных продуктов. Компания также контролирует деятельность Аррайас в Бразилии, которая производит ежегодно 500 000 тонн одиночного суперфосфата. В конце 2017 года компания Itafos объявила о слиянии с компанией Gb Minerals . Itafos является крупнейшим акционером GB Minerals с января 2014 года, и после слияния компании продолжает развивать горнорудный инвестиционный проект «Garim phosphate» компании GB Minerals в Западной Африке.

Mosaic (рыночная капитализация 9,3 млрд \$) является одним из крупнейших в мире производителей концентрированных фосфатных и калийных продуктов, а также имеет различные фосфатные предприятия во Флориде и Луизиане в США, и в Южной Америке. По итогам 2017 года, компания по добыче фосфатов отчиталась о чистом доходе в размере 227 млн \$, увеличившимся более чем на 500 процентов по сравнению с 2016 года. Компания имеет положительные перспективы для своего фосфатного дивизиона за счет реализации инвестиционных проектов. По словам президента Mosaic и генерального директора Джос О'Рourke, «...наблюдаются положительные изменения в отрасли фосфатов после сложного 2016 года».

Nutrien (рыночная капитализация 36,3 млрд \$) является продуктом слияния промышленных гигантов Agrium и PotashCorp. Обе компании были очень крупными и совместно они будут самой большой компанией мира в области «Nutrient». Компания Nutrien имеет около 20 000 сотрудников, а ее инвестиции охватывают 14 стран. Все предприятие оценивается в 36 миллиардов долларов

США, и является третьей по величине компанией по добыче природных ресурсов в Канаде. Помимо того, что Nutrien является крупным производителем фосфатов, она также является крупнейшим производителем калия в мире, и вторым по величине производителем азотных удобрений. Компания имеет ряд горнорудных инвестиционных проектов.

Verdant Minerals (рыночная капитализация 450 млн \$) имеет несколько инвестиционных горнорудных проектов по производству фосфата и поташа, включая инвестиционный проект «Ammaroo phosphate» в Северной территории Австралии. Ожидается, что реализация инвестиционного проекта позволит построить горнорудное предприятие, которое будет производить 2 млн тонн фосфоритов в год. В настоящее время компания проводит геолого-экономическое и технико-экономическое обоснование и получает экологические разрешения для продвижения проекта. Ожидается, что реализация проекта начнется в 2020 году.

Таким образом, чтобы обеспечить мировые потребности в фосфорсодержащем сырье, новые крупные инвестиционные горнорудные проекты должны быть реализованы. И поэтому новые инвестиционные проекты со стоимостью от 500 до 6000 млн долларов США приобретают особую важность уже сегодня. Как уже отмечалось ранее, в России реализован один крупный горнорудный проект, компанией СЗФК, по освоению комплексного апатитового месторождения «Олений ручей» (с ориентировочной капитализацией около 1 млрд долларов США).

Для наглядности и сравнительного анализа, на рисунке 1.9 представлены зарубежные и российские крупные горнорудные проекты по освоению месторождений фосфорсодержащего минерального сырья.

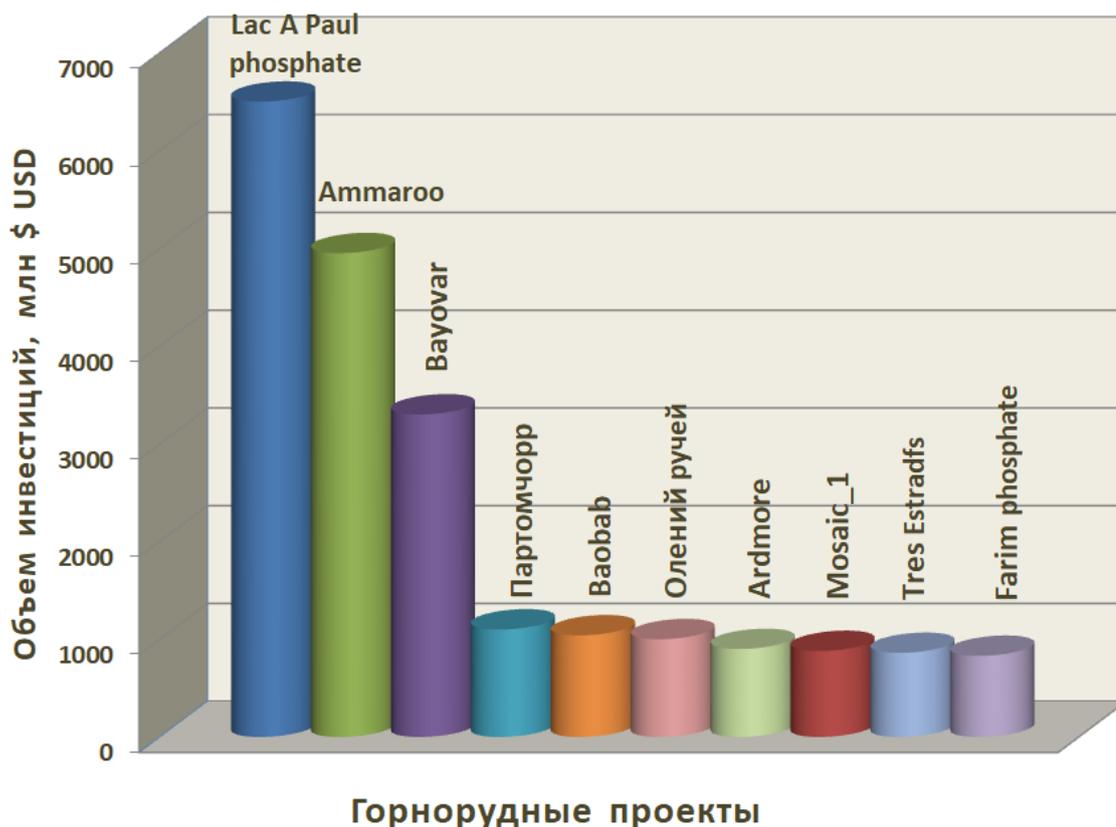


Рисунок 1.9 - Крупные горнорудные проекты по освоению месторождений фосфатного минерального сырья

Следует также отметить, что зарубежные инвестиционные горнорудные проекты предполагают вовлечение в промышленную эксплуатацию месторождений с запасами от 36 до 708 млн т и средним содержанием P_2O_5 от 5.2% до 27.8%. Для сравнения, среднее содержание P_2O_5 в запасах руд российских новых инвестиционных проектов освоения месторождений Олений ручей – 15,8%, Партамчорр – около 7,5% [51].

Выполненный анализ планов и реализации крупных горнорудных проектов в России позволяет выделить основные фундаментальные особенности реализации проектов по освоению рудных минерально-сырьевых ресурсов:

- необходимы значительные финансовые объемы инвестиций и капитальных затрат;
- проекты имеют длительные сроки реализации и, соответственно, большой срок окупаемости;
- неблагоприятные природно - климатические северные условия;

- неразвитость или отсутствие транспортной инфраструктуры;
- дефицит энергии, неразвитость или отсутствие энергообеспечивающих систем;
- кадровый дефицит: как квалифицированных специалистов, так и рабочих;
- высокая вероятность рисков различной природы;
- взаимодействие с региональными и государственными структурами;
- взаимодействие на межгосударственном уровне.

Анализ современного мирового опыта реализации крупных горнорудных проектов по фосфатному сырью показал, что инвестиции в зарубежные проекты соотносятся или превышают отечественные. Преобладающими факторами для инвестиционных проектов являются высокая стоимость и устойчивый спрос на производимую горнорудную продукцию. Важное значение имеет позиция инвестора на рынках минерального рудного сырья.

На основе анализа выявлены особенности реализации горнорудных проектов, заключающиеся в: высокой капиталоемкости (>1000 млн долларов США) и длительности сроков окупаемости начальных вложений (>5 лет). Реализация инвестиционного горнорудного проекта всегда сопряжена со значительным объемом строительно-монтажных работ, созданием транспортной инфраструктуры и энергообеспечивающих систем. Для горного производства требуется огромный парк техники и оборудования, а также квалифицированный персонал.

К важным особенностям реализации крупных горнорудных проектов также относится широкое применение современных геотехнологий и цифровизации в горнорудных процессах, прежде всего в части их автоматизации, а также роботизации техники и оборудования.

Особое место отводится качеству производимой из рудного минерального сырья продукции - концентрата, который впоследствии используется для конечной товарной продукции.

В пользу реализации проекта большое значение играют показатели его доходности и рентабельность основных средств.

Важным является то, что проекты реализуются крупными компаниями, имеющими высокую капитализацию, и являющимися ключевыми игроками на рынке рудного минерального сырья. Особое значение в современных геополитических условиях имеет государственная поддержка инвестиционного проекта.

Выявленные фундаментальные особенности реализованных горнорудных проектов составляют организационно-методическую основу для обоснования критериев инвестиционной привлекательности перспективных месторождений и техногенного сырья. Обосновано, что основными критериями являются: высокая рыночная стоимость продукции и устойчивый спрос, количество и качество запасов руды, высокие положительные показатели соотношения «доход-затраты-прибыль», местоположение, геологические и климатические условия, наличие подходящих геотехнологий и горного оборудования, близость транспортных путей и энергоисточников, меры государственной поддержки.

Выводы по главе 1

1. Уточнены методические подходы к оценке эффективности развития предприятий горнорудной промышленности. Впервые предложено учитывать эффекты комплексного использования современных геотехнологий в основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства. Использование уточненного методического подхода к оценке позволяет учитывать снижение эксплуатационных расходов от применения современных геотехнологий и цифровизации на 10-15% и, тем самым, повысить коммерческую привлекательность перспективных месторождений как инвестиционных проектов.
2. Выявлены особенности реализации крупных горнорудных проектов, определяющие экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности и позволяющие предложить организационно-методическую

основу для обоснования основных критериев инвестиционной привлекательности перспективных месторождений рудного минерального сырья.

Глава 2. АНАЛИЗ И ТЕНДЕНЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

2.1. Состояние горнорудной промышленности Мурманской области

Как известно, территория Севера России обладает значительными ресурсами рудного минерального сырья. И поэтому, для экономики Российской Федерации, рудный потенциал Севера имеет огромное значение. По укрупненным расчетам [6,56,65], стоимость продукции, производимой из добываемого горнорудного сырья, превышает 18 млрд долларов США.

Суммарная стоимость полезных компонентов в рудных месторождениях Севера России сопоставляется с нефтегазовыми ресурсами этих территорий, а удельный вес в минерально-сырьевой базе РФ составляет: руды фосфатов – более 60%, нефелин – около 60%, около 20% - руды титана, циркония, ниобия. Редкоземельные элементы и металлы составляют свыше 60%, около 19 % металлических руд платиновой группы, 10 % никеля, более 3 % цинка, кобальта, серебра [91].

Перспективы освоения рудных месторождений Севера, кроме огромных запасов и богатства их руд, во многом определяются близостью к Северному морскому пути и к судоходным рекам, что значительно повысит рентабельность работы рудников за счет использования водного транспорта. Вместе с тем, как было показано в п.1.3, выявленные при анализе опыта планирования и реализации крупных горнорудных проектов фундаментальные особенности являются факторами, ограничивающими реализацию в районах крайнего Севера инвестиционных горнорудных проектов.

Основные показатели по запасам и разработке месторождений рудного минерального сырья северных регионов России представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Основные показатели по запасам и разработке месторождений рудного минерального сырья северных регионов России [по 14,66]

Рудное минеральное сырье	Общее число месторождений/ Разрабатываемых	Наименование основных месторождений	Доля запасов,%		Разработка, %
			Категории А+В+С1	Категории А+В+С1+С2	
1	2	3	4	5	6
Железные руды	17/9	Ковдорское, Оленегорское, Костомукша	5	6	19
Хромовые руды	6/2	Сопчеозерское, Аганозерское, Центральное	72	84	64
Титан Содержащие руды	10/7	Ловозерское, ЮВ Гремяха, Ярега, Апатитовый Цирк, Кукисвумчорр, Ньоркпахское, Юкспорское, Плато Рассвумчорр Коашвинское	56	68	95 (извлекают 3)
Медь	27/7	Октябрьское, Талнахское, Ждановское	41,7	31,2	52,9
Никель	27/7		88	62,4	97,3
Кобальт	18/7		72	67,1	84,7
МПГ	16/7		99,7	99,3	96,8
Апатит	12/7	Кукисвумчорр,	68,2	91,4	99,6
Нефелин	11/7	Юкспорское	80,7	91,3	88,7
Бокситы	9/2	Иксинскоб, Вежаю- Ворыквинское	51,6	44,1	59,2
Олово	>95	Депутатское, Тирехтях, Одинокое, Пыркакайское и др.	54	47,4	
Ртуть	/8	Западно- Палянское	57,3	66,5	
Сурьма	9/2	Сентачанское, Сарылахское	56,3	49,9	84,76
Цирконий	1/1	Ковдорское	19,1	19,5	99,1

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
РЗМ	11/7	Кошвинское, Ловозерское, Юкспорское и др.	72,6	71,3	100 (извлекают 2,6)
Тантал	6/1	Ловозерское	25,9	16,6	100
Ниобий	9/1		21,3	32,2	100
Золото		Майское Купол, Двойное, Валунистое и др.	30	30	30
Алмазы	40/16	Юбилейная, Трубки Удачная, Архангельская, имени В. Гриба, россыпи Эбеляхского района	84,4	80,7	80,7
Литий	/3	Колмозерское	41,7	34	
Рубидий	8/7	Хибинские месторождения	57,7	54	78,5
Стронций	8/7		96,6		98
Галлий	11/9		89,9	89,7	97,2
Скандий	1	Томторское	21		

Анализ данных таблицы 2.1. показывает, что значительная часть ценного рудного минерального сырья территориально располагается на Европейском Севере России.

На диаграмме рисунка 2.1 показана доля Европейского Севера России в запасах и добыче рудного минерального сырья (в процентах от показателей РФ). По фосфатным рудам, редкоземельным элементам, нефелину - доля запасов превышает 60%; по титану, ниобию, цирконию – составляет около 20%; в то время как добыча этих руд полностью (100%) ведется в Мурманской области. Также необходимо отметить железные, медно-никелевые и хромовые руды, а также перспективное рудное сырье благородных и ценных металлов.

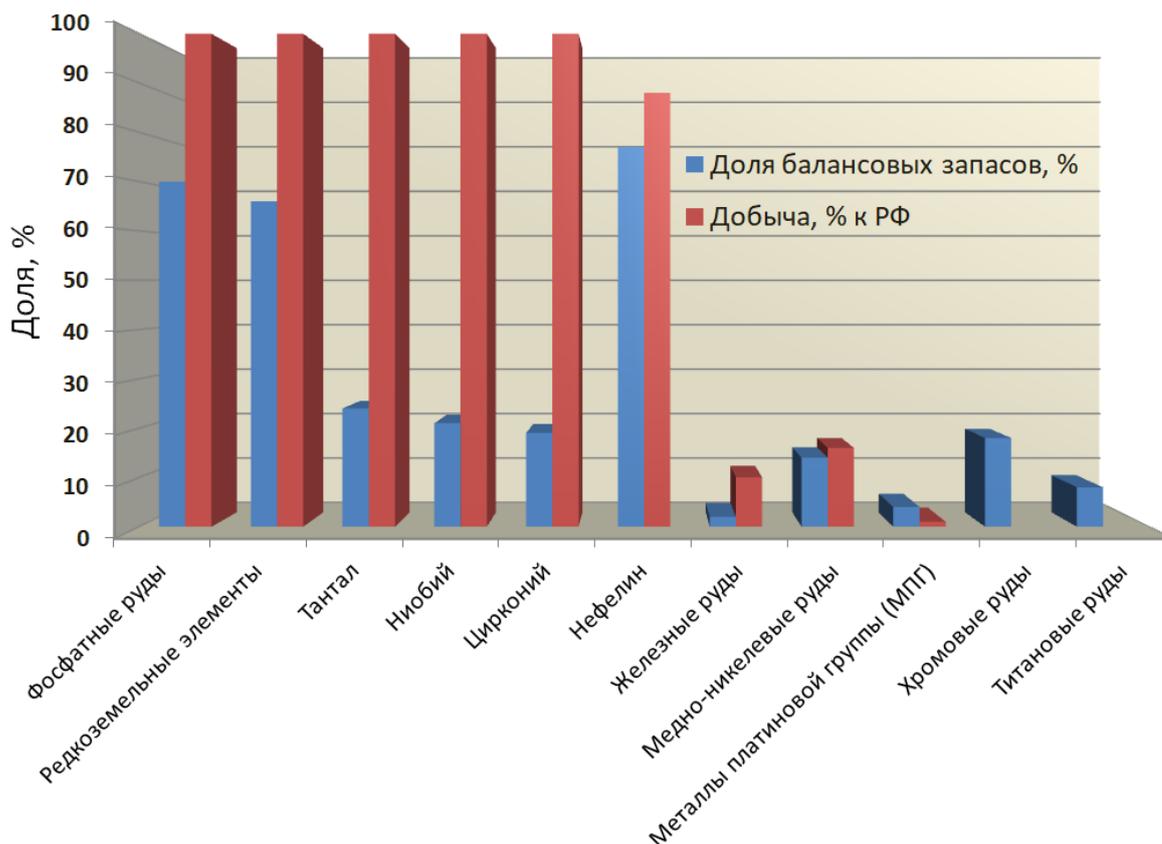


Рисунок 2.1 – Доля Европейского Севера России в запасах и добыче рудного минерального сырья (в процентах от показателей РФ)

Поэтому приоритетно рассмотрим экономическое значение рудного фосфорсодержащего минерального сырья Европейского Севера России, имеющего огромное значение для промышленности Мурманской области и Европейского Севера Российской Федерации.

Согласно аналитическому отчету, представленному Комитетом по структуре Европейского Союза [136], в ближайшее время прогнозируется рост мирового населения до 8 млрд. человек. Потребность такой численности населения в продуктах питания существенно возрастет. Основными поставщиками продуктов питания являются аграрные хозяйства, чья продуктивность напрямую зависит от возможности повышения урожайности земельных угодий. Урожайность, в свою очередь, обеспечивается внесением в почву минеральных фосфатных удобрений. Поэтому производство продукции из горнорудных месторождений фосфатного сырья всегда имело и будет иметь первостепенное значение.

По отечественным и зарубежным оценкам, Россия играет ключевую роль в мире по производству продукции из горнорудного фосфатного сырья [131]. Ведущие горнорудные предприятия РФ занимают важные и значимые позиции на международных рынках. На внутреннем рынке производство продукции для фосфатных удобрений является также стратегически важным, прежде всего, для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Рудные месторождения, содержащие фосфатное минеральное сырье, распределены по странам мира весьма неравномерно [42,103,131]. Основные запасы фосфатных руд сконцентрированы в Марокко (по данным Геологической службы США, запасы в этой стране превышают 50 000 млн т). Таким образом, удельно в Марокко сосредоточено примерно 61 % запасов от всех мировых. Для сравнения, в Китае, фактического занимающего второе место, имеется запасов фосфатных руд около 3500 млн т. Российская Федерация располагает суммарными запасами фосфатных руд около 4600 млн т.

В исследовании выполнен расчет времени (обеспеченности) стран, при существующей на сегодняшний день производительности, спустя которого фосфатные запасы в стране будут исчерпаны. Данные расчетов в обобщенном виде приведены на диаграмме рисунка 2.2.

Как следует из диаграммы рисунка 2.2, Китай перерабатывает почти 60% собственного фосфатного сырья. Если такие годовые темпы сохранятся, то фосфатные запасы страны будут исчерпаны практически за 20 лет.

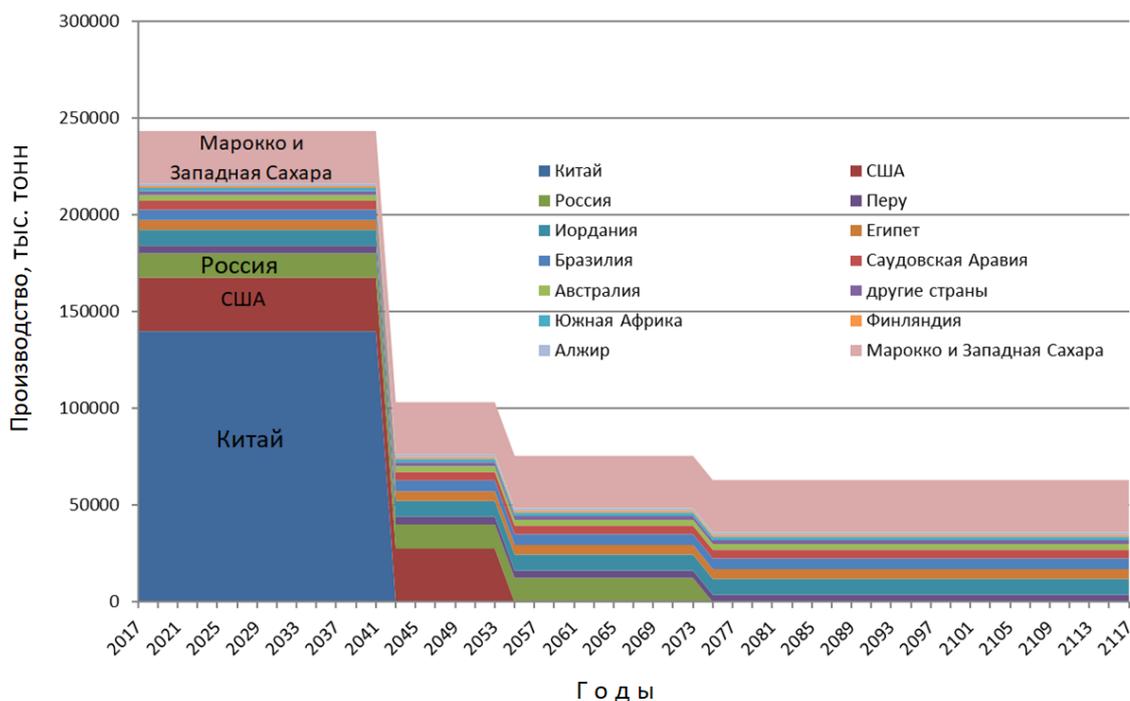


Рисунок 2.2 – Прогнозная обеспеченность фосфатным рудным сырьем по странам

Прогнозно можно ожидать, что запасов фосфатных руд США хватит примерно на 40 лет.

Фосфатных запасов России, если принимать в рассмотрение уже эксплуатируемые месторождения, должно хватить еще на 50 лет.

На диаграмме наглядно видно, что обеспеченность ряда стран мира может составить 100 и более лет.

Фосфатные минерально-сырьевые запасы России определяются, прежде всего, месторождениями апатитовых и апатит-нефелиновых руд, расположенных на Европейском Севере России. Удельный вес этих месторождений по отношению ко всем фосфатным запасам России превышает 70%, в то время как добыча и переработка фосфатного минерального сырья полностью ведется в Мурманской области.

Территориальное распределение месторождений фосфатного рудного минерального сырья по районам (муниципальным образованиям) Мурманской области приведено в таблице 2.2. Для каждого месторождения выполнена укрупнённая оценка запасов, количественная характеристика качества полезного

ископаемого, и удельный вес запасов по отношению к общим запасам фосфатного рудного сырья Российской Федерации.

Таблица 2.2

Территории расположения фосфатных месторождений Мурманской области [51]

Территория	Месторождение	Запасы, млн т	Качество полезного ископаемого, %	Удельный вес по РФ, %
Кировская	Кукисвумчорр	55	14.3	4.4
Кировская	Юкспор	71	14.2	5.4
Кировская	Расвумчорр	42	13.1	3.2
Коашвинская	Коашвинское	120	16.9	9.1
Коашвинская	Олений Ручей	62	14.8-16.5	4.7
Коашвинская	Партомчорр	66	7.5	5.0
Ковдорская	Ковдорское	96	6.6	7.3

Исходя из уровня добычи и переработки руд, обеспеченность запасами по месторождениям фосфатных руд Мурманской области, составит от 40 до 200 и более лет (с учетом перспективных участков и новых месторождений в пределах лицензионных участков компаний) (рисунок 2.3).

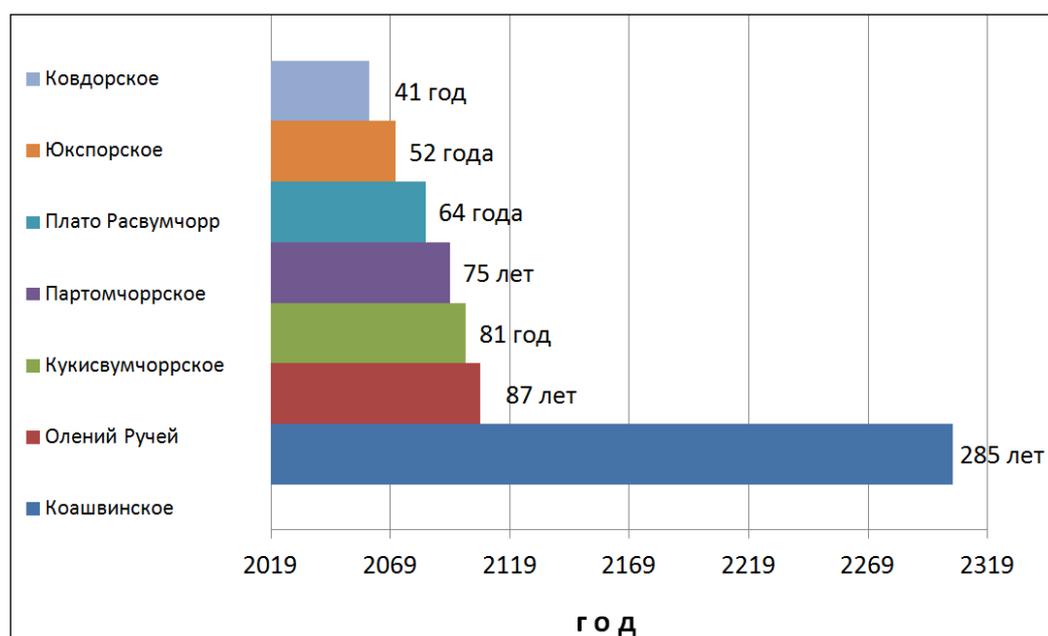


Рисунок 2.3 - Обеспеченность запасами фосфатных рудных месторождений Мурманской области при действующем уровне горнорудного производства

Основные горнорудные предприятия Мурманской области успешно ведут горнорудный бизнес, направленный на производство конечного продукта – рудного концентрата. Динамика добычи руды (рисунок 2.4) и производства концентратов (рисунок 2.5) горнорудными предприятиями имеет в целом положительную тенденцию – в последние годы наметился прирост выпускаемой продукции.

Перспективы экономического развития предприятий горнорудной промышленности Мурманской области обеспечиваются, прежде всего, разработкой фосфорсодержащих месторождений и металлосодержащих руд. Основная часть месторождений эксплуатируется в течение 70 и более лет, и за это время наиболее доступные для добычи запасы уже исчерпаны. Горные работы на сегодняшний день ведутся на больших глубинах, в более сложных горно-геологических условиях, что привело к существенному возрастанию эксплуатационных затрат. Все это в целом не могло не сказаться на росте себестоимости производства рудного концентрата (рисунок 2.6) [51].

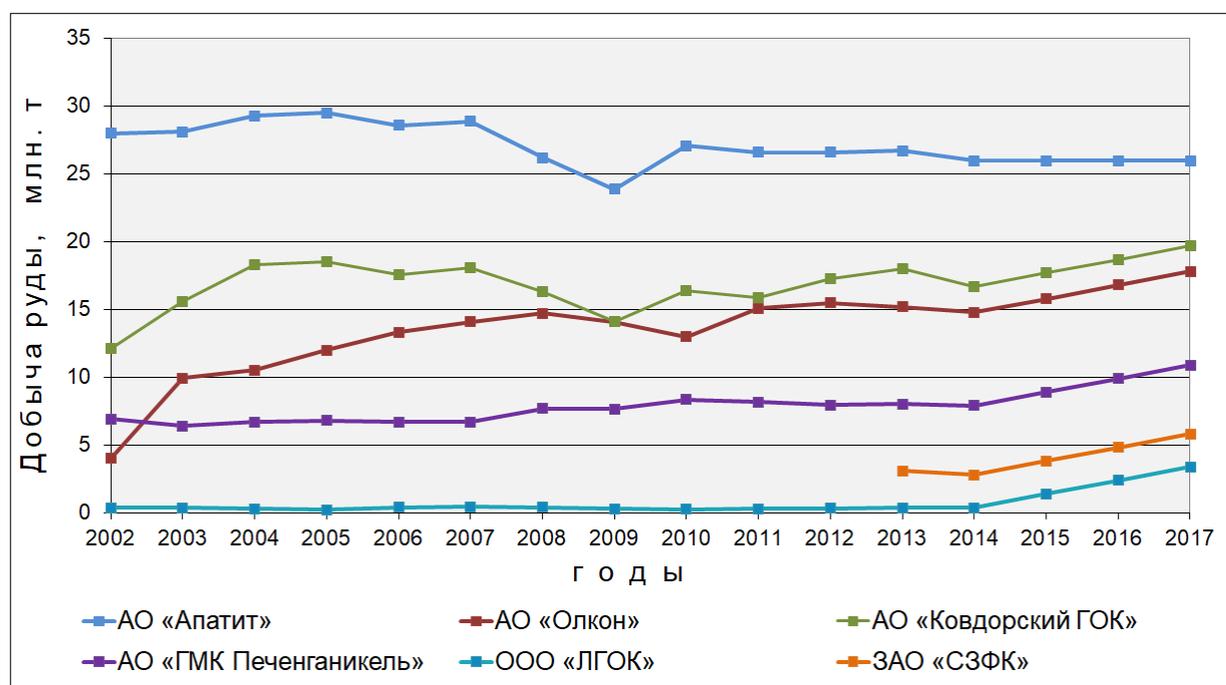


Рисунок 2.4 - Динамика добычи руды основными предприятиями горнорудной промышленности Мурманской области

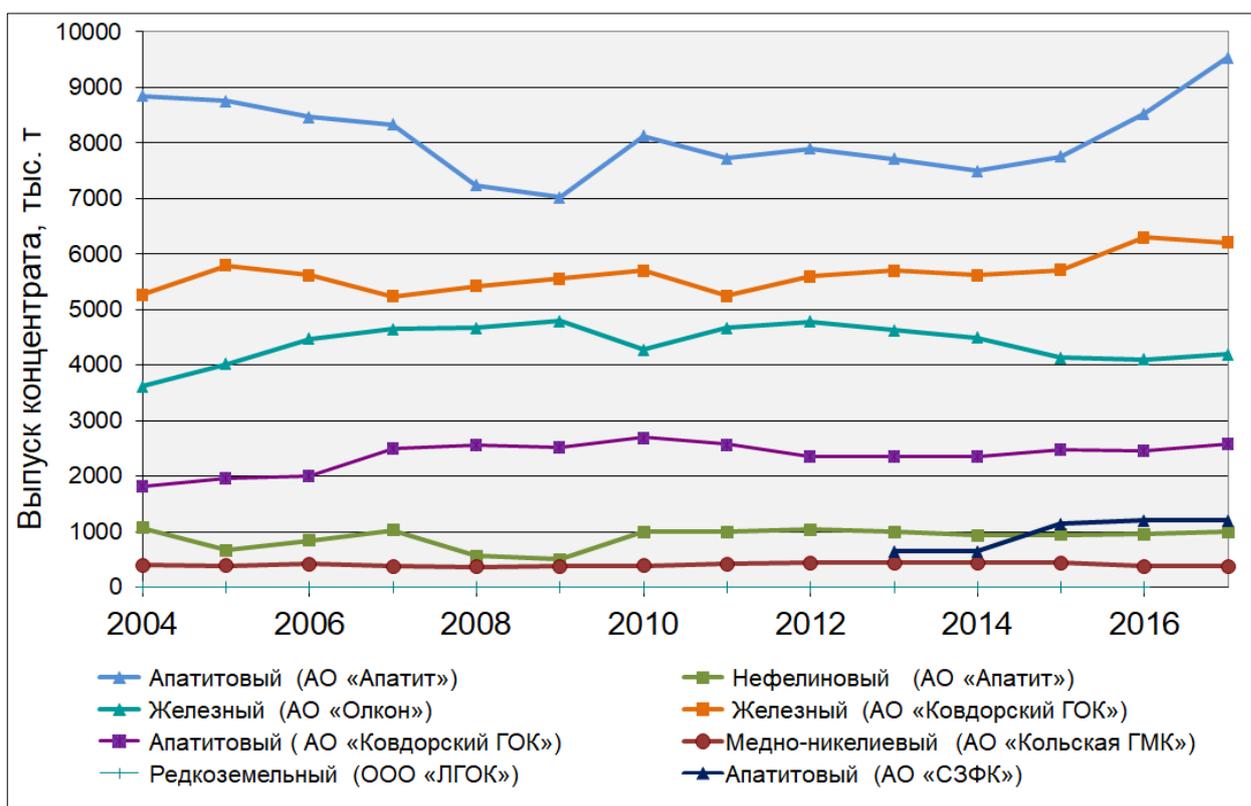


Рисунок 2.5 - Динамика объемов выпуска концентратов предприятиями горнорудной промышленности Мурманской области

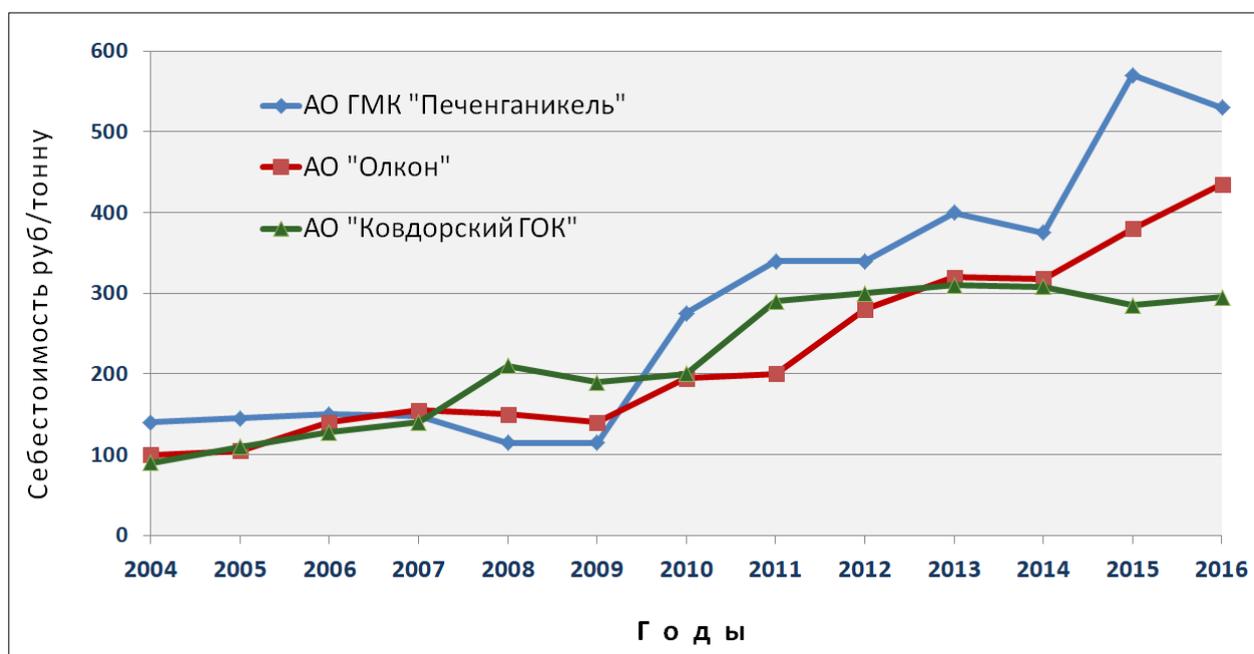


Рисунок 2.6 - Динамика себестоимости производства рудного концентрата на предприятиях горнорудной промышленности Мурманской области

В работах [51,55,110] выделен ряд горно - геологических и геотехнических ограничений на экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности Европейского Севера России:

- выработка легкодоступных (зачастую приповерхностных) запасов рудного минерального сырья, и снижение качества полезного ископаемого;
- возрастание глубины (переход на более глубокие горизонты) ведения таких горнорудных процессов, как отбойка и погрузка рудной массы;
- возрастание, как физических объёмов, так и эксплуатационных затрат на реализацию процессов: транспортирование и переработка рудной массы;
- возрастание эксплуатационных затрат на производство рыночного продукта (рудного концентрата) необходимого качества;
- возрастание необходимости широкого внедрения и использования современных геотехнологий и цифровизации.

Преодоление вышеперечисленных ограничений возможно, в том числе, за счет вовлечения в экономический оборот новых участков эксплуатируемых месторождений, новых (перспективных) рудных месторождений, а также объектов складирования отходов горного производства (в частности, хвостохранилищ). В Мурманской области имеется большое число перспективных месторождений рудного минерального сырья (рисунок 2.7). Территории их расположения характеризуются недостаточно развитой транспортной инфраструктурой, а целый ряд месторождений имеют относительную удаленность и труднодоступность. Необходимость строительства железнодорожных и автомобильных дорог, энергообеспечивающих систем, социальных объектов сдерживает вовлечение этих месторождений в промышленный оборот. Вместе с тем, Мурманская область является развитым горнопромышленным регионом, и относительная близость крупных горнорудных предприятий играет положительную роль при рассмотрении потенциальных инвестиционных горнорудных проектов.

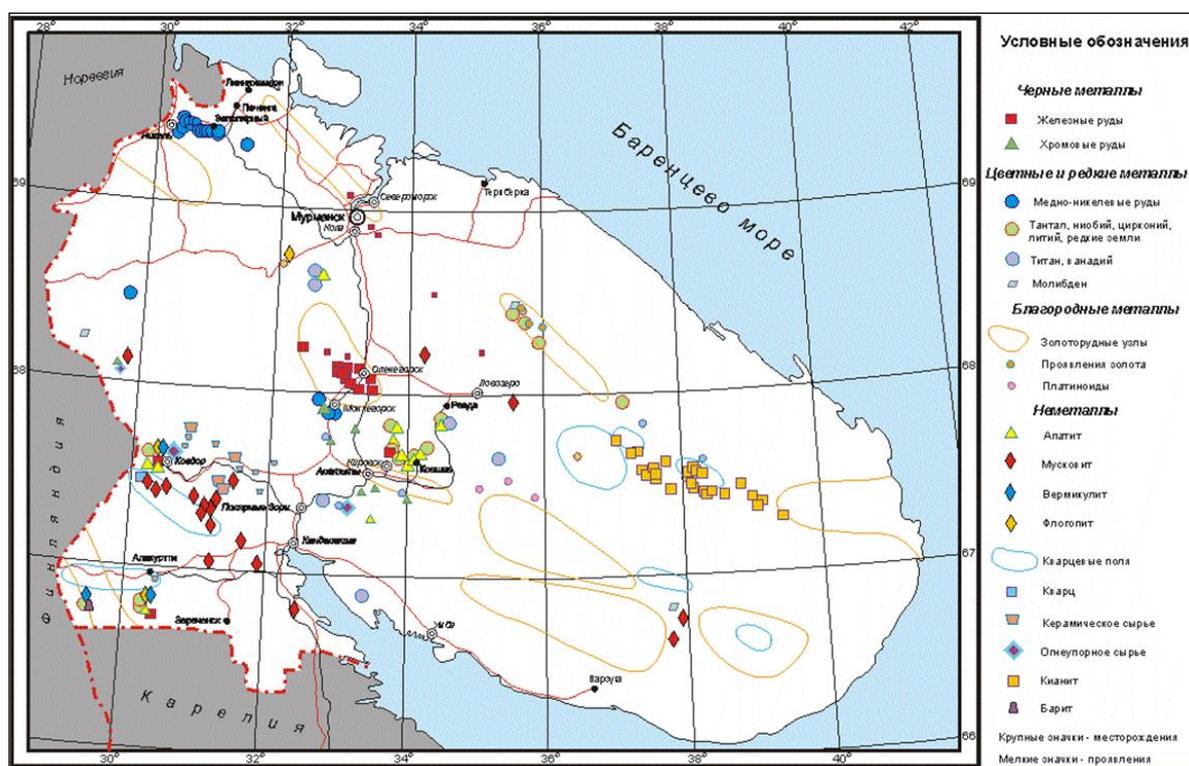


Рисунок 2.7 – Территории расположения перспективных рудных месторождений Мурманской области [41]

Работами [19,55,65,109] обосновано и показано, что перспективными месторождениями рудного минерального сырья Мурманской области являются: Африкандское, Васин-Мыльк, Колмозерское, Ловозерское (участок Аллуайв), Неске-Вара, Партомчорр, Полмостунровское, Сахарйокское, Сопчеозерское, (таблица 2.3).

Каждое из этих месторождений имеет запасы более 10 млн т (отдельные – до 70-90 млн т) качественного полезного ископаемого, относительно небольшую удаленность (30-180 км). Вместе с тем, практически на каждой территории месторождения отсутствуют дороги и энергообеспечение.

В качестве потенциальных инвестиционных горнорудных проектов могут быть рассмотрены объекты складирования отходов горного производства [7,94], в частности, хвостохранилища – накопители жидких отходов переработки рудной массы обогатительными фабриками [20,21].

Перспективные месторождения рудного минерального сырья Мурманской области

Вид сырья	Месторождение	Содержание полезных компонентов, %	Запасы, млн тонн	Удаленность	Транспортная инфраструктура
Пегматиты (Li, Be, Ta, Nb)	Колмозерское	Li ₂ O – 1,13; BeO – 0,037; Ta ₂ O ₅ – 0,009; Nb ₂ O ₅ – 0,011	>70	180 км от ж/д Оленья	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Пегматиты (Li, Be, Ta, Nb)	Полмостундровское	Li ₂ O – 1,25; BeO – 0,027; Ta ₂ O ₅ – 0,004; Nb ₂ O ₅ – 0,007	~30	70 км от п. Ревда	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Пегматиты (Li, Be, Ta, Nb)	Васин-Мыльк	Cs ₂ O – 0,37; Li ₂ O – 0,90; BeO – 0,053; Ta ₂ O ₅ – 0,03	>10	20 км от п. Ловозеро	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Карбонатиты (Ta, Nb)	Неске-Вара (массив Вуориярви)	Ta ₂ O ₅ – 0,008; Nb ₂ O ₅ – 0,22	>90	От ст. Алакурти	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Иттрий-циркониевые руды	Сахарйокское	ZrO ₂ – 1,07; Y ₂ O ₃ – 0,031	~15	85 км от ЛГОК	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Эвдиалитовые руды	Ловозерское (участок Аллуайв)	ZrO ₂ – 3,2; Y ₂ O ₃ – 0,11	>70	120 км от п. Октябрьский	Отсутствие дорог, Гусеничный и авиатранспорт
Хромиты	Сопчеозерское	Cr ₂ O ₃ – 24	>10	3 км от г. Мончегорска	Автодорога, в 2 км проходит железная дорога.
Перовскит-титаномагнетитовые руды	Африкандское	TiO ₂ – 12,03; Fe – 14,2; (Nb,Ta) ₂ O ₅ – 0,22; TR ₂ O ₃ – 0,67	190	1,5 км от железнодорожной станции Африканда	Железная и автодорога с г. Полярные Зори, рядом с которым проходит автомагистраль Мурманск – Санкт-Петербург.
Апатит-нефелиновые руды в ийолитуртитах	Партомчорр	Апатит, нефелин, фтор, титан, цезий, рубидий, галлий, редкоземельные металлы	>550	30 км от г. Кировска	Грунтовая дорога до железнодорожной станции Имандра – 30 км.

Соотношения добытой рудной массы, отвалов вмещающих пород и отходов горного производства для всех горнорудных предприятий Мурманской области [22] представлены на рисунке 2.8.

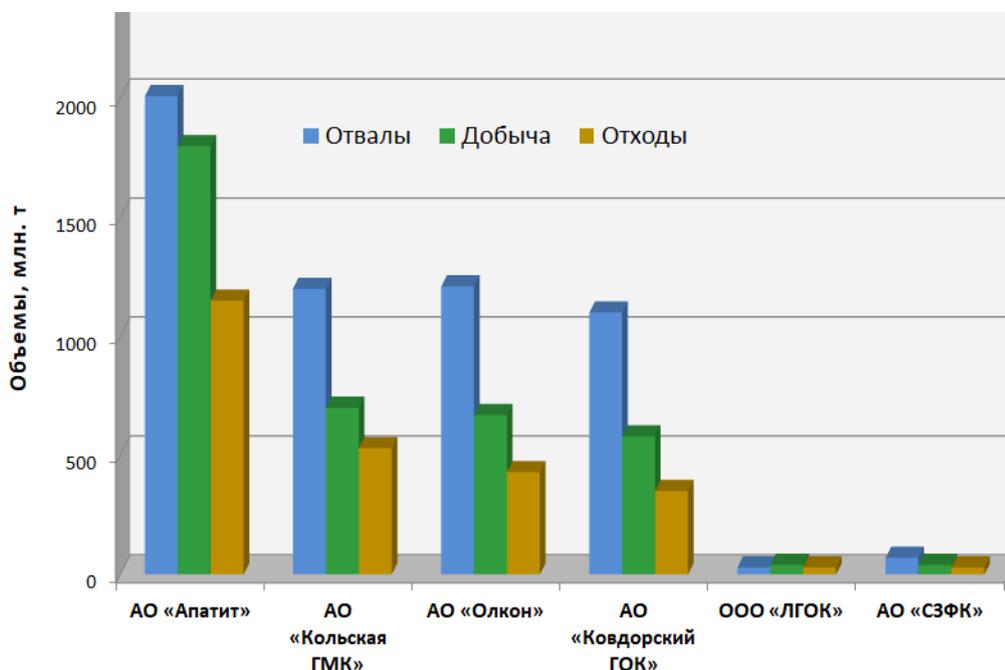


Рисунок 2.8 - Соотношения добытой рудной массы, отвалов рудосодержащих пород и отходов на предприятиях горнорудной промышленности Мурманской области

Отходы горного производства, складированные в хвостохранилища, представляют собой техногенные месторождения рудного минерального сырья [22,54,95]. На территориях горнорудных разработок (Кировская, Печенгская, Оленегорская, Ковдорская, Ловозерская, Коашвинская) суммарный объем отходов обогащения на сегодняшний день превысил 1000 млн м³ (таблица 2.4). На Кировской территории располагается почти половина всего объема отходов обогащения Мурманской области. Также значительные объемы накоплены на Печенгской, Оленегорской и Ковдорской территориях.

Таким образом, результаты выполненных исследований показывают, что на Европейском Севере России, прежде всего, в Мурманской области, сосредоточено большое число объектов рудного минерального сырья (перспективные

месторождения и техногенные ресурсы), имеющих промышленную и экономическую значимость.

Таблица 2.4

Распределение отходов обогащения по территориям предприятиям горнорудной промышленности Мурманской области

Территории горнорудных разработок	Суммарный объем отходов, млн м ³	Удельный вес по региону
Кировская	426	0,46
Печенгская	197	0,21
Оленегорская	198	0,17
Ковдорская	130	0,14
Ловозерская	12	0,01
Коашвинская	12	0,01
Всего	975	1,0

В целом перспективные месторождения и техногенные ресурсы характеризуются: высокой степенью изученности для промышленного освоения; компактным размещением важнейших видов руд полезных ископаемых, что обеспечивает возможность многоотраслевой специализации горнопромышленного комплекса, в т.ч. благодаря комплексному составу минерального сырья.

2.2. Роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности Европейского Севера

На Европейском Севере России хорошо развита промышленность, одной из отраслей которой является горнодобывающая. В Мурманской области имеется значительное количество месторождений рудного минерального сырья, из которых имеющие наибольшую промышленную значимость (Хибинские, Ковдорское, Оленегорское, Печенгские, Ловозерское) эксплуатируются

горнорудными предприятиями от 50 до 90 лет. С горнорудной промышленностью тесно связаны другие отрасли: энергетическая, транспортная, перерабатывающая, машиностроительная и др. Производимый горнорудными предприятиями продукт транспортируется конечным потребителям железнодорожным и морским транспортом (дополнительно задействованы морские порты Баренцева и Белого морей). Прогнозное развитие горнорудной отрасли Европейского Севера России связывается с освоением перспективных месторождений, которые имеют промышленно значимые запасы титана, лития, хрома, тантала и др. [51].

Запасы большинства месторождений рудных полезных ископаемых Мурманской области имеют общероссийское, а по апатит-нефелиновым, железным, медно-никелевым, кианитовым рудам, редким металлам, и мировое значение. Для добычи и переработки руды были построены крупные горнопромышленные предприятия, совокупность которых иногда называют горнопромышленный комплекс (ГПК). Вместе с тем, за каждым действующим на территории Мурманской области горнопромышленным предприятием «стоит» крупный холдинг (ФосАгро, ЕвроХим, НорНикель) или крупная интегрированная компания (СЗФК, Северсталь). Каждое из горнопромышленных предприятий специализируется по отраслям промышленности (например, цветная металлургия, горно-химическая промышленность, черная металлургия и др.), добывая, перерабатывая и производя определенный продукт (как правило, рудный концентрат) из рудного минерального сырья. Но имеет место и некоторое пересечение интересов предприятий, в частности, по освоению фосфатных месторождений и производству апатитового и нефелинового концентратов.

Добывающее производство в Мурманской области представлено:

- АО «Ковдорский ГОК» (добыча апатит-штафелитовых и железных руд, переработка комплексного рудного минерального сырья, производство железорудного концентрата (основного), апатитового концентрата (имеющего большой удельный вес) и бадделеитового концентрата (в небольшом, но удельно важном, количестве);

- АО «Оленегорский ГОК» (добыча и переработка железных руд, производство железорудного концентрата, производство строительного щебня высокого качества);
- Кировский филиал АО «Апатит» (добыча и переработка апатит-нефелиновых руд, дополнительное их обогащение, производство апатитового концентрата (основного), производство нефелинового концентрата);
- АО «Кольская ГМК» (добыча и переработка медно-никелевых руд, производство медно-никелевых концентратов);
- ООО «Ловозерский ГОК» (добыча редкоземельных руд, комплексная переработка рудного сырья, производство лопаритового концентрата – стратегически важного компонента для дальнейшего применения в редкометалльном и редкоземельном производстве высокотехнологичной продукции);
- ГОК «Олений ручей» АО «Северо-Западной Фосфорной Компании» (добыча и переработка апатит-нефелиновых руд, производство апатитового концентрата).

Горнорудная промышленность на Кольском полуострове имеет важнейшее социально - экономическое значение для Мурманской области. Деятельность горнорудных предприятий играет существенную роль в экономике Европейского Севера России, а горнорудная отрасль занимает наибольшую долю в объёме промышленного производства Мурманской области.

Для оценки экономического значения горнорудной отрасли в промышленных производствах Мурманской области в настоящем исследовании были проанализированы данные статистических ежегодников Мурманской области за 2005-2019 годы [92]. За основу были взяты данные формирования добавленной стоимости по источникам доходов, на основе чего были построены диаграммы распределения валового регионального продукта (ВРП) Мурманской области по отраслям промышленного производства (рисунок 2.9), и динамики добавленной стоимости от добычи полезных ископаемых (в абсолютных и в относительных значениях) в ВРП Мурманской области (рисунок 2.10).

Необходимо отметить, что горнорудная отрасль промышленности тесно связана с обрабатывающими производствами, транспортировкой и хранением, строительством и др. (см. рис. 2.9). Эта связь наиболее значительна для цветной металлургии, представителем которой является АО «Кольская горно-металлургическая компания» - самое крупное предприятие Мурманской области.



Рисунок 2.9 - Распределение ВРП Мурманской области по отраслям промышленного производства

Как видно из рисунка 2.10, в целом ВРП Мурманской области устойчиво и стабильно увеличивался в период 2005-2019гг. Прогнозная оценка на 2020-2022 годы также позволяет утверждать о сохранении общей тенденции.

В 2005 г. ВРП Мурманской области составлял порядка 130 млрд рублей, то к 2019 г его объем превысил 500 млрд рублей, показывая прирост примерно 15% в номинальных ценах.

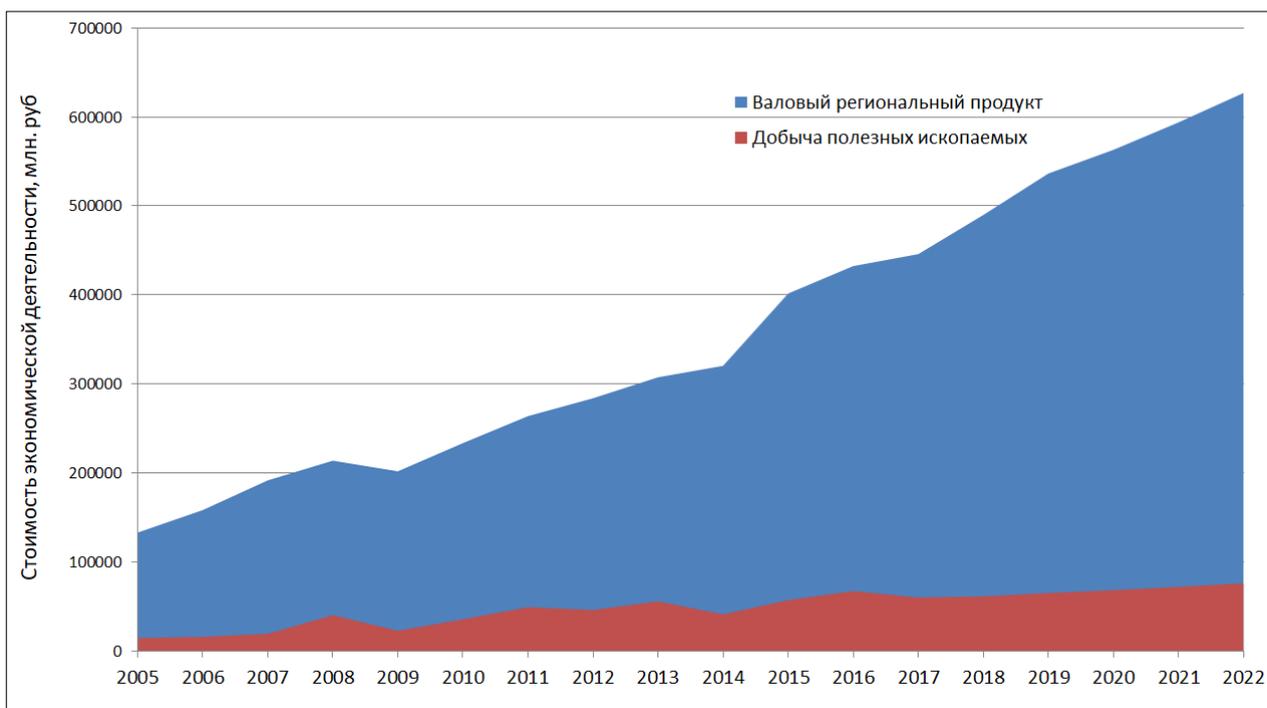


Рисунок 2.10 - Динамика добавленной стоимости от добычи полезных ископаемых в ВРП Мурманской области (2020-2022 гг – прогнозные данные)

Добавленная стоимость от добычи полезных ископаемых в ВРП Мурманской области также имеет устойчивую положительную динамику в абсолютных значениях (рисунок 2.11). В 2006 г суммарный объём составлял около 13 млрд (11%), а к 2019 году он вырос до 76 млрд (примерно 12-13%), сохраняя свою долю в ВРП на уровне 12-15% (рисунок 2.12). Положительная тенденция сохранится и на прогнозный период 2020-2022 годы.

В целях оценки влияния процессов добывающей промышленности на социально-экономическое значение территорий был выполнен анализ распределения ВРП Мурманской области по основным горнорудным территориям, на которых наиболее развита добывающая промышленность: Кировской, Ковдорской и Оленегорской [34].

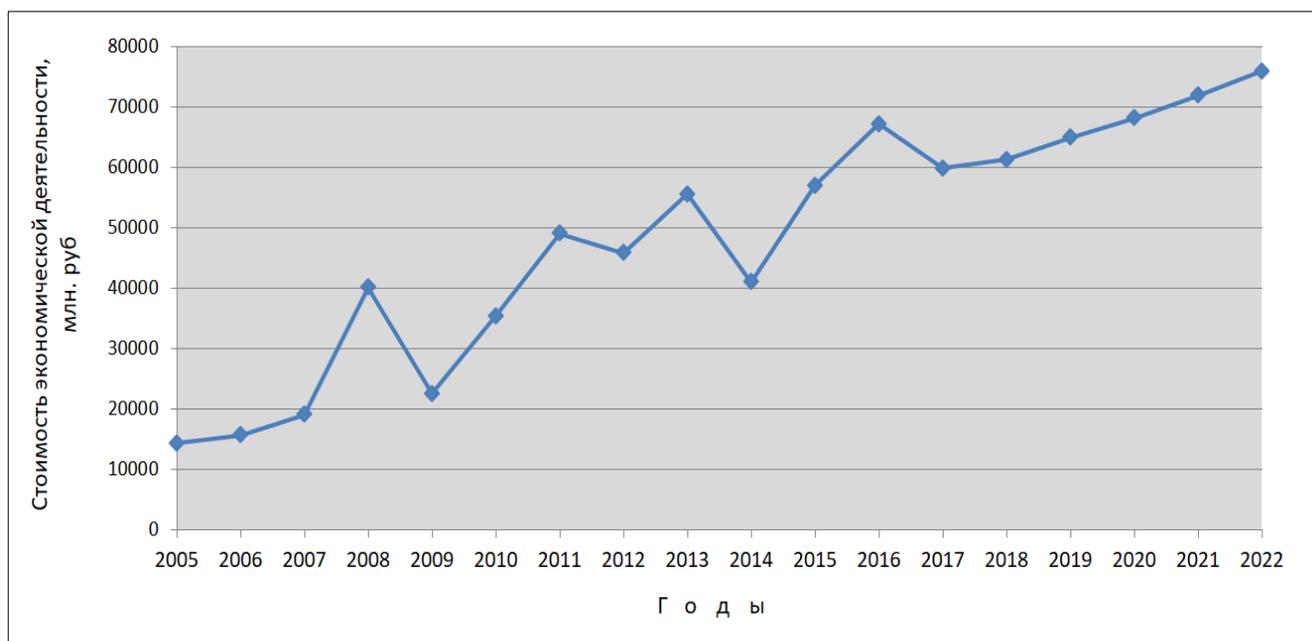


Рис. 2.11 - Динамика добавленной стоимости от добычи полезных ископаемых в ВРП Мурманской области

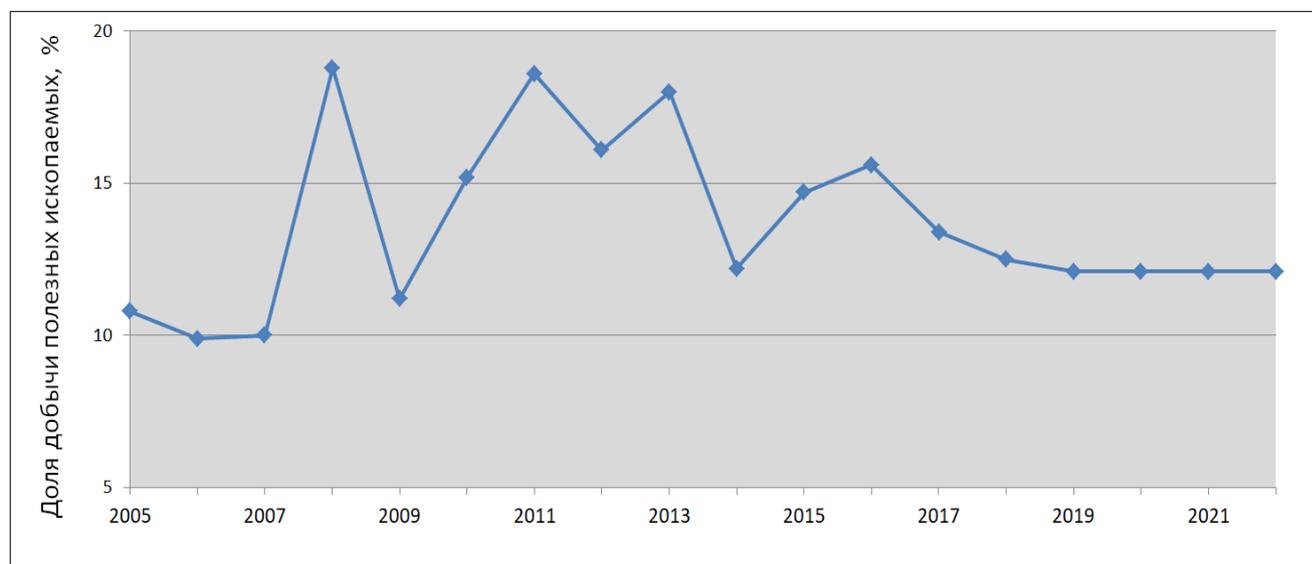


Рис. 2.12 - Динамика доли добавленной стоимости от добычи полезных ископаемых в ВРП Мурманской области

Кировская горнорудная территория является второй по значимости вклада в ВРП Мурманской области. В работе [34] приводятся данные, что вклад г.

Кировска в ВРП Мурманской области существенно изменился: с начальных 3,48% до 13,18% в 2016 г., или более чем в 3 раза, и достиг 56,4 млрд рублей. Действующий на Кировской горнорудной территории КФ АО «Апатит» является градообразующим для городов Кировск и Апатиты, в которых проживает более 80 000 человек. В структуре ВРП данного района добыча полезных ископаемых составляет более 70%.

В Ковдорском районе, где градообразующим предприятием для г. Ковдора является АО «Ковдорский ГОК», занимающийся производством апатитового, бадделеитового и железорудного концентратов, отмечается наибольшее значение сектора добычи полезных ископаемых в Мурманской области, составляющее около 80% [34].

Немного меньшая зависимость от добычи полезных ископаемых наблюдается в Оленегорском муниципальном образовании (чуть менее 60%). Градообразующей основой для г. Оленегорска здесь является АО «Оленегорский ГОК» (ОЛКОН), производящий железорудный концентрат и строительное сырье высокого качества.

На основании собранных автором данных были построены диаграммы распределения ВРП для Кировской, Ковдорской и Оленегорской горнорудных территорий, отражающие вышеизложенный анализ (рисунок 2.13).

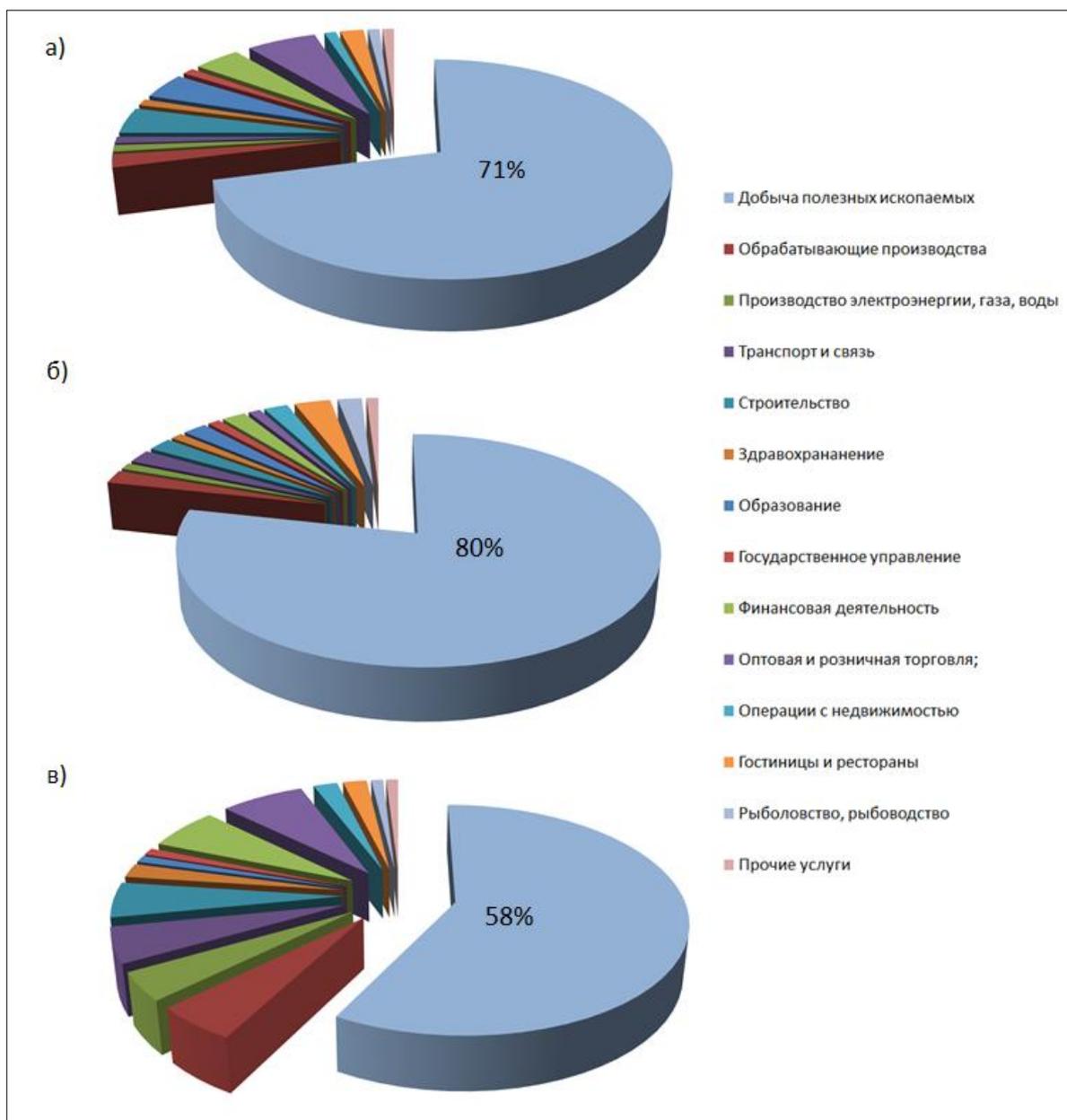


Рисунок 2.13 - Распределение ВРП по территориям предприятий горнорудной промышленности: а) Кировской; б) Ковдорской; в) Оленегорской

Если рассматривать Печенгский горнорудный район, то здесь основная роль принадлежит обрабатывающему производству, которое составляет в ВРП более 22%. В Мончегорском горнорудном районе сфокусировано обрабатывающее производства Североникеля (свыше 40% в ВРП).

Таким образом, выполненный анализ показывает, что экономический потенциал этих горнорудных территорий определяется, в первую очередь, добычей и переработкой рудных полезных ископаемых, которые оказывают

главенствующее влияние на темпы и направления их социально-экономического развития.. Крупные предприятия горнорудной промышленности являются градообразующими и основными работодателями для населения муниципальных образований, и изменение их экономического состояния пропорционально сказывается на уровне жизни данных территорий.

Важнейшим значением крупных горнодобывающих предприятий является их вклад в воспроизводство и развитие минерально-сырьевой базы промышленности России посредством вовлечения в экономический оборот перспективных природных и техногенных месторождений рудного минерального сырья. Согласно укрупненной оценке, суммарные запасы перспективных месторождений, а также перспективных участков эксплуатируемых месторождений, Мурманской области превышает 5 млрд тонн, а их стоимость превышает 200 млрд \$. Реализация только крупных горнорудных инвестиционных проектов, потенциальная вероятность которых возрастает за счет учета эффектов комплексного использования современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах предприятий-инвесторов, позволит обеспечить устойчивый и значительный рост горнорудной промышленности как региона, так и России в целом.

2.3. Методические подходы к оценке эффективности развития горнорудных предприятий

Результаты выполненных исследований показывают, что оценка эффективности развития предприятий горнорудной промышленности может выполняться с использованием следующих методических подходов: экспертная оценка, оценка по методу аналогии, последовательно-стадийная комплексная оценка [16,68,85]. В работе выполнено развитие и усовершенствование этих методов в части учета использования современных геотехнологий и цифровизации, которое заключается в следующем.

репутация, степень зависимости инвестора: с одной стороны - от крупных поставщиков, и с другой – от потенциальных покупателей и потребителей, капитализация компании-инвестора, профессионализм управляющего звена, предполагаемая стратегическая эффективность будущего горнорудного предприятия. Для каждого из направлений, соответствующих перечисленным перспективам, экспертами выставляются баллы, которые затем суммируются. На последнем этапе экспертно оценивается динамика будущих финансово-экономических показателей горнорудного процесса.

По финансово-контрольному направлению экспертами выставляются баллы по следующим показателям: оценка ожидаемой эффективности; потенциал и перспективы экономического роста; операционная активность, финансовая стабильность, применение инноваций, инвестиционная активность; качество производимого продукта. При этом экспертами может выполняться построение динамической матрицы (модели), составляющими в которой будут основные показатели деятельности планируемого предприятия, объединенные в 3 группы: исходные (базирующиеся на объемах и качестве используемых ресурсов); технологические (характеризующие производственный процесс и его промежуточный результат); итоговые (характеризующие результат будущей деятельности в целом) [90]. Далее экспертами выполняется анализ темпов роста и их пропорциональности, и ожидаемых значений показателей деятельности будущего предприятия.

Данный метод дает возможность рассчитать коэффициенты, характеризующие активность будущего инвестора: операционную, финансовую, и, по возможности, инновационную и инвестиционную. При этом показатели прибыли могут быть оценены экспертами на основе анализа будущей рентабельности [77].

Таким образом, экспертами по общему и финансово-контрольному направлениям должны выставляться итоговые экспертные оценки, которые суммируются.

В заключение предусматривается нахождение итогового показателя (например, для инвестиционной привлекательности – коэффициента), как сумма произведений экспертных баллов, с учетом принятых влияющих коэффициентов, по значению которого должен делаться окончательный вывод о коммерческой эффективности/неэффективности проекта.

К преимуществам метода экспертной оценки можно отнести универсальный подход, оперативность, охват относительно большой совокупности показателей и коэффициентов, сведение расчетов по значениям и направлениям к единому итоговому показателю. Недостатками могут являться: определенный субъективизм, который может проявиться при выставлении экспертами баллов и оценок; отсутствие учёта динамики рынка и быстро изменяющихся современных геополитических условий.

Оценку эффективности развития предприятий горнорудной промышленности по методу аналогии предлагается проводить на основе анализа деятельности и внутренних показателей предприятия-аналога, основываясь на использовании доступных данных деятельности такого предприятия, влияющих на его инвестиционную привлекательность [44,45]. Получаемые результаты анализа предлагается скомпоновать в пять направлений (блоков) показателей эффективности: основные средства, оборотные средства, хозяйственная деятельность; использования трудовых ресурсов, инвестиционной деятельности; финансового состояния (рисунок 2.15).

Каждый блок должен включать необходимые показатели, перечисленные ниже.

Эффективность использования материальных ресурсов должна характеризоваться рентабельностью основных и материальных оборотных средств, показателями оборачиваемости производственных запасов и собственного капитала.

Эффективность хозяйственной деятельности необходимо оценивать на основе показателей рентабельности собственного капитала, постоянных и оборотных активов, производства и продажи продукции.

Эффективность использования трудовых ресурсов должна характеризоваться трудовым персоналом, долей квалифицированных кадров, автоматизацией и производительностью труда.

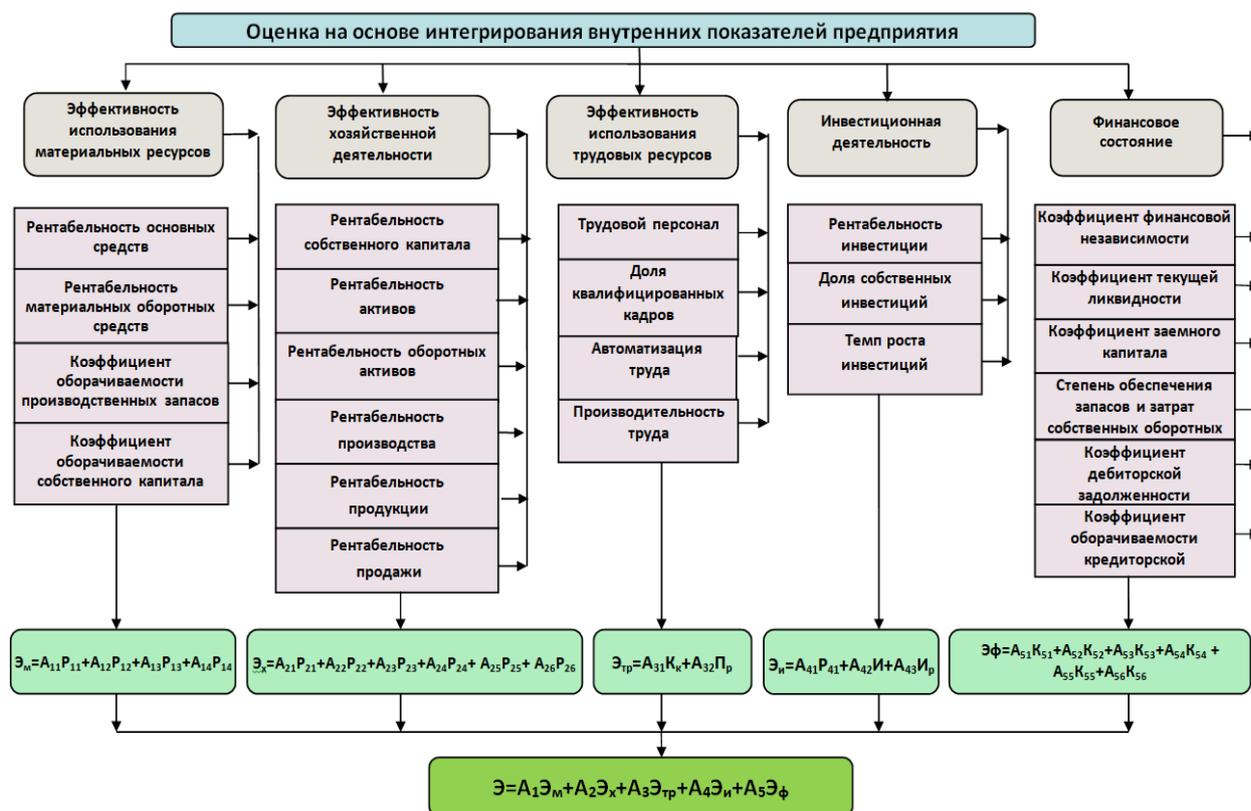


Рисунок 2.15 – Метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности на основе анализа деятельности и внутренних показателей предприятия-аналога

Инвестиционную деятельность необходимо оценивать показателями рентабельности инвестиций, собственной долей в их общем объеме, темпами роста инвестиций.

Финансовое состояние рассматриваемого предприятия-аналога необходимо и должно характеризоваться показателями финансовой состоятельности, текущей ликвидности, заемного капитала, степенью обеспечения запасов и затрат собственными средствами, дебиторской и кредиторской задолженностью.

По каждому из вышеперечисленных блоков предлагается производить расчеты, посредством которых находятся стандартизированные значения всех показателей (P), и определяются их веса в комплексной оценке (A) (формульные выражения под каждым блоком – рисунок 2.15; подстрочные индексы соответствуют оцениваемому показателю сверху вниз). Затем рассчитывается значение общего показателя по рассматриваемому блоку (Э с соответствующим подстрочным индексом) как сумма произведений соответствующих показателей и их веса по каждому компоненту. Результирующая оценка анализа деятельности и внутренних показателей предприятия-аналога (Э) формируется как итоговая сумма произведений значений общего показателя по рассматриваемому блоку на значения их веса.

Достоинством данного метода оценки на основе анализа деятельности и внутренних показателей предприятия-аналога является его определенная объективность, а также сведение всех расчетов к результирующей оценке, позволяющей обосновано принять управляющее решение. К недостаткам можно отнести, в первую очередь, ориентированность подхода только на внутренние показатели деятельности предприятия-аналога, что предопределяет некоторую (а в отдельных случаях значительную) изолированность его от влияющих внешних факторов.

На практике, для оценки эффективности предприятий зачастую выполняют укрупненные расчеты, структура и наполнение которых приведены в таблице 2.5. Эти расчеты характеризуются тремя основными блоками, выделенными в таблице заливкой различного цвета.

Первый блок (заливка серого цвета) включает исходную горно-геологическую информацию о горнорудном проекте: запасы руды, содержание основного и сопутствующих компонентов, и распределение запасов по компонентам. Специалистами принимается решение о способе разработки, определяются контуры рудника, величины потерь и разубоживания, что в целом позволяет рассчитать эксплуатационные запасы в контурах рудника, как по основному рудному полезному ископаемому, так и по сопутствующим элементам.

Второй блок (заливка розового цвета) позволяет укрупнено определить технико-экономические показатели по проекту: годовая производительность по добыче руды, срок обеспеченности запасами руды, срок строительства рудника, годовой выпуск и стоимость товарной продукции, удельные и годовые эксплуатационные затраты, необходимые платежи и отчисления, амортизация. Это позволяет получить предварительное впечатление о потенциальной эффективности проекта.

Таблица 2.5

Структура технико-экономических расчетов для оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности

№№ п/п	Наименование показателя	Значения показателей	Единица измерения
1	Геологические запасы руды		тыс. т
2	Содержание полезных компонентов		%
3	Промышленные запасы руды в контурах рудника		тыс. т
4	Содержание полезных компонентов в контурах рудника		%
5	Промышленные запасы полезных компонентов в контурах рудника		тыс. т
6	Потери		%
7	Разубоживание		%
8	Эксплуатационные запасы руды в контурах рудника		тыс. т
9	Среднее содержание в эксплозапасах		%
10	Эксплозапасы полезного компонента		тыс. т
11	Годовая производительность по добыче руды		тыс. т
12	Срок обеспеченности запасами руды		лет
13	Срок строительства		лет
14	Среднее содержание в концентратах		%
15	Годовая стоимость товарной продукции		млн руб.
	ВСЕГО товарная продукция		- " -
16	Инвестиции (капиталовложения)		
17	Эксплозатраты на дату проекта		руб.
18	Годовые эксплуатационные затраты		млн руб.
19	Доход		- " -
20	Время окупаемости инвестиций		лет
21	Отчисления (налоги)		
22	Прибыль		
23	ЧДД		
24	Чистая дисконтированная прибыль		млн руб.
25	Индекс доходности		единицы
26	Индекс прибыльности		единицы
27	ВНД		%
28	ВНП		- " -

Третий блок (заливка зеленого цвета) по сути реализует концепцию дисконтированной оценки соотношения затраты/доходы: рассчитываются годовой доход и прибыль, учитываются необходимые налоги, определяются необходимые общие, удельные и годовые капитальные вложения, рассчитывается срок окупаемости капитальных вложений доходом. Исходя из принимаемых значений горизонта расчета и ставки дисконтирования, далее определяются: ЧДД, ЧДП, ИД, ИП, а также такие показатели, как: ВНД, ВВП. Выполняется оценка рентабельности к производственным фондам и к эксплуатационным затратам, с учетом налогов и платежей [64].

В целях обобщения изложенных выше методов оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности, в исследовании предлагается усовершенствованный подход, основанный на реализации последовательно-стадийной оценки. Усовершенствование заключается в том, что экспертный метод, метод, основанный на рассмотрении предприятия-аналога (метод аналогии), и метод укрупненной технико-экономической оценки, комбинируются и применяются последовательно [22] (рисунок 2.16).

Предлагаемый последовательно-стадийный методический подход основывается на использовании имеющихся Баз данных (горно-геологические параметры перспективных месторождений, характеристики отходов горного производства (техногенные ресурсы), финансово-экономические показатели проекта, направленного на потенциальную реализацию горнорудного проекта) [18,113,120].

Оценка эффективности развития предприятий горнорудной промышленности должна выполняться последовательно по шести стадиям:

- 1) Экспертная оценка по основным показателям: баллы, которые выставляют эксперты (бальная оценка), по основным показателям, характеризующим будущее промышленное предприятие. Сумма баллов, выставленными всеми экспертами, служит предварительным индикатором коммерческой эффективности или неэффективности рассматриваемого проекта.

2) Анализ основных экономических показателей объектов-аналогов (может рассматриваться как элемент организационно-экономического метода аналогии). На основе этого анализа делается предварительный вывод об инвестиционной привлекательности или бесперспективности горнорудного проекта.

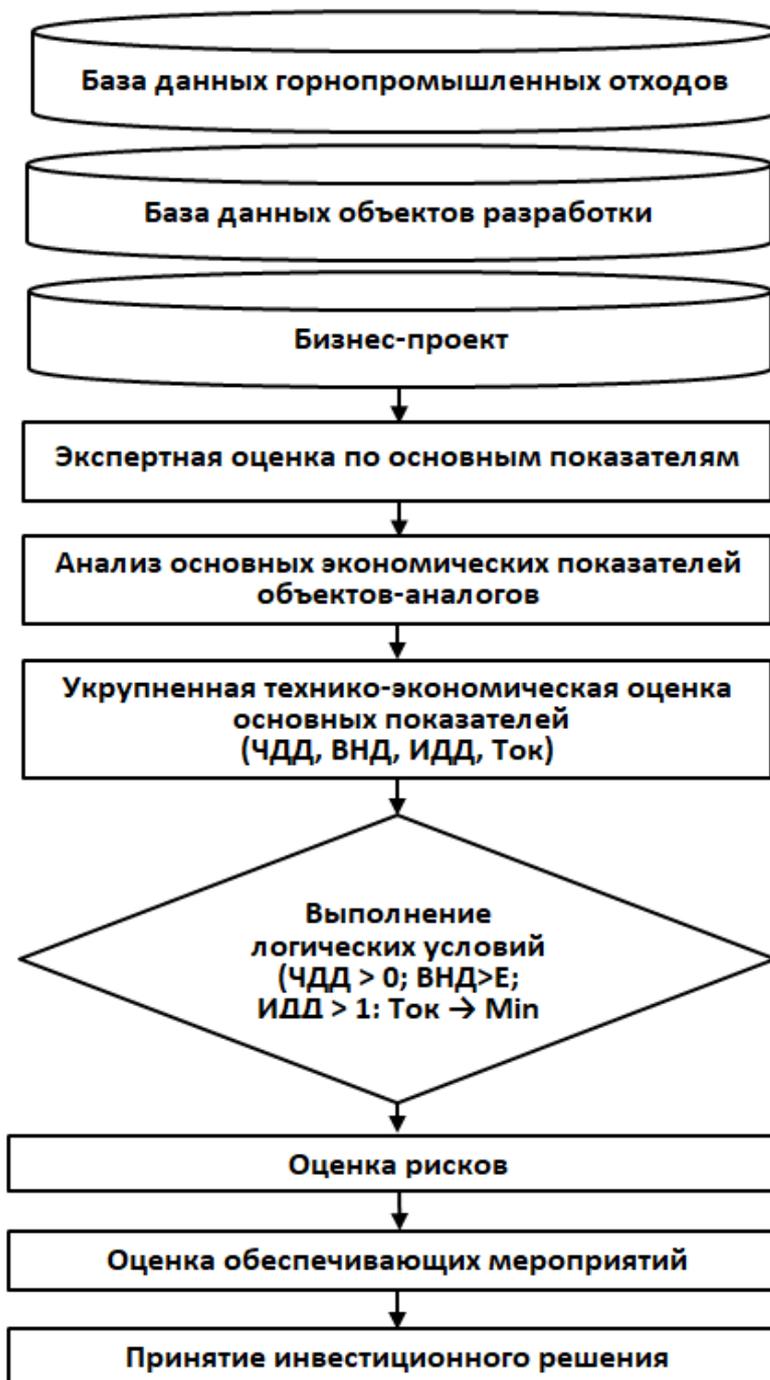


Рисунок 2.16 - Предлагаемый метод последовательно-стадийной оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности

3) Укрупненные расчеты и оценка основных технико-экономических показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности дисконтированный (ИДД), срок окупаемости инвестиций ($T_{ок}$), и анализ их значений для целей инвестиционной привлекательности.

4) Проверка полученных расчетных значений на соответствие заданных (необходимых) требований: срок окупаемости $T_{ок}$ должен быть, по возможности, минимальным; чистый доход должен иметь положительное значение, и, по возможности, стремиться к увеличению; индекс доходности дисконтированный должен быть более 1.

5) Выполняется оценка рисков и обеспечивающих мероприятий [10,83].

6) Принимается решение об инвестиционной привлекательности проекта.

Таким образом, описанный выше последовательно-стадийный метод является усовершенствованием применяемых методов и направлен на укрупненную технико-экономическую оценку эффективности развития предприятий горнорудной промышленности.

Вместе с тем, вышеизложенные методы в недостаточной степени учитывают уровень цифровизации в горнорудных процессах, тенденции в автоматизации технологий, процессов и операций, автоматизацию и роботизацию техники и горного оборудования, широкое внедрение в горную промышленность цифровых технологий и средств связи и диспетчеризации.

Для преодоления этих недостатков автором, на основании выполненного исследования, разработан новый метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности, учитывающий цифровизацию, с многовариантным параметрическим и сценарным моделированием процессов, что позволяет минимизировать влияние факторов неопределенности и субъективизма (рисунок 2.17).

Исходные данные базируются на триединой платформе баз данных: перспективных месторождений, техногенных ресурсов, предприятий-аналогов, на основе чего предварительно формируется горнорудный проект. В рассмотрение

принимаются основные горнотехнические и экономические ресурсы: запасы сырья, геологические, технологические, технические, инфраструктурные, кадровые, затратные и ограничительные, рисковые, коммерческие, инвестиционные. Отличительной особенностью метода является учет эффекта от использования цифровизации, в том числе для параметрического и сценарного моделирования основных горнорудных процессов.

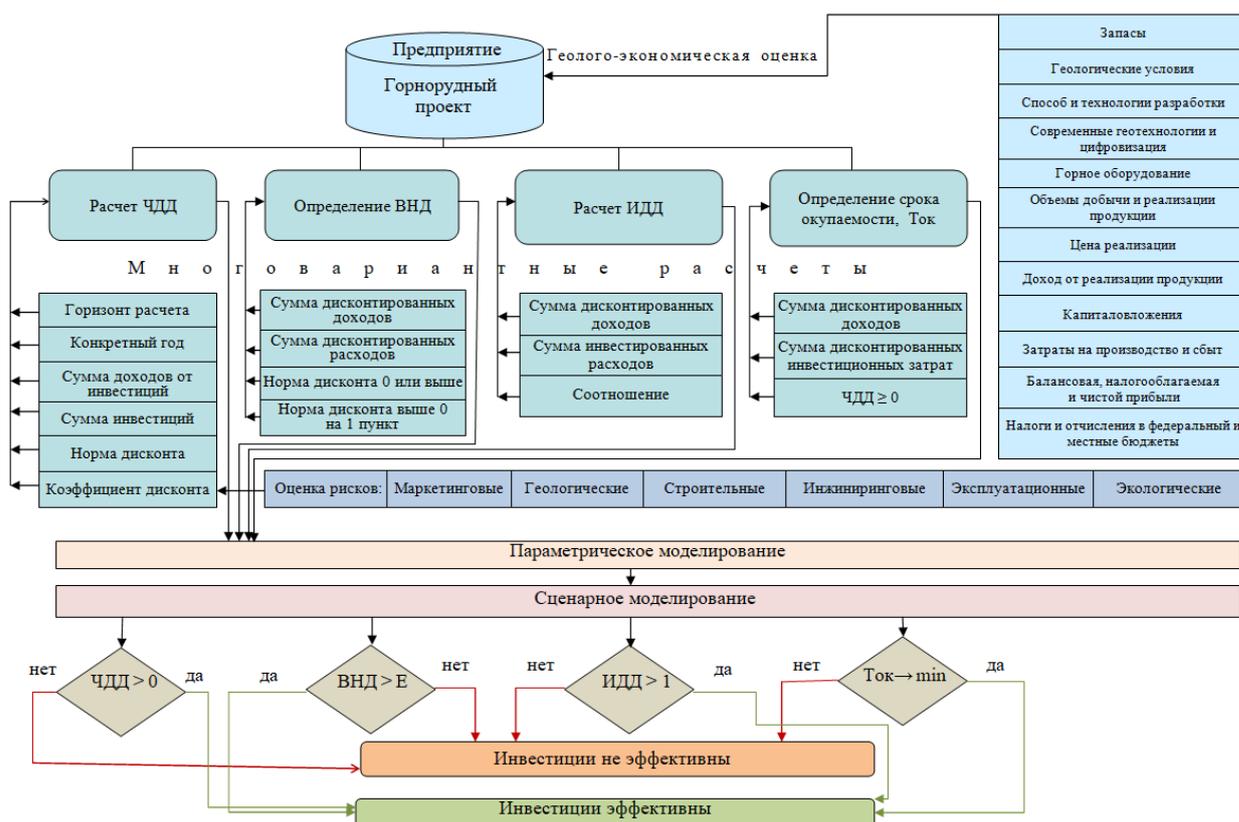


Рисунок 2.17 - Новый метод оценки эффективности развития предприятия горнорудной промышленности, учитывающий цифровизацию

Новый метод оценки реализуется посредством разработанного автором алгоритма по шагам:

1. Выполняется геолого-экономическая оценка горнорудного проекта, в которой учитывается эффект от использования цифровизации.
2. Многовариантными расчетами, с использованием значений влияющих параметров, факторов и рисков, определяются показатели ЧДД, ВНД, ИДД, $T_{ок}$, характеризующие рассматриваемый инвестиционный проект. Для расчета ЧДД

используются: горизонт расчета и конкретный ожидаемый год, объемы инвестиций и ожидаемых доходов, норма и ставка дисконта, посредством которых также учитываются различного рода риски: геологические, природно-климатические, инженерно-строительные, финансовые, геополитические, экологические, непреодолимой силы, и другие. Внутренняя норма доходности (ВНД) определяется из соотношения объемов дисконтированных доходов и расходов. ИДД рассчитывается по соотношению дисконтированных доходов и расходов. Период возврата (возмещения) инвестиций, или срок окупаемости ($T_{ок}$) определяется временем, за которое накопленный дисконтированный доход сравнивается и превысит дисконтированные расходы (инвестиции).

3. Выполняется параметрическое моделирование основных процессов горнорудного производства. Под параметризацией автором здесь понимается моделирование с применением цифровых технологий и информационных горно-геологических систем [63], с использованием числовых, геометрических и вариационных параметров элементов горнорудного проекта и соотношений между этими параметрами. В этом случае создаются детализированные 3D цифровые полигональные, каркасные, поверхностные, конечно-элементные, блочные модели месторождений и рудников и моделируются технологии добычи и переработки руды. Параметризация позволяет за короткое время «проиграть» (посредством изменения параметров или соотношений) различные варианты и сценарии реализации инвестиционного проекта, с достаточной их детализацией, минимизировать факторы неопределенности и избежать принципиальных финансово-экономических ошибок и субъективизма, в том числе за счет применения современных информационных технологий и автоматизации в моделировании (расчетах).

4. Выполняется сценарное моделирование реализации горнорудного проекта: вовлечение в промышленную эксплуатацию перспективного месторождения или техногенного ресурса при различных влияющих внешних и внутренних факторах.

5. Проверяется выполнение логических условий коммерческой эффективности проекта: проект может считаться инвестиционно-привлекательным при одновременном достижении: $ЧДД > 0$, $ВНД > E$, $ИДД > 1$, $T_{ок} \rightarrow \min$.

6. Формируется результирующая оценка горнорудного проекта: коммерчески эффективен или инвестиции не эффективны.

Таким образом, разработанный автором новый метод, учитывающий эффекты от комплексного применения современных геотехнологий и цифровизации в основных процессах горнорудных предприятий, реализуется посредством алгоритма, обладающего универсальностью и заключающегося в выполнении шести результирующих шагов для достижения поставленной цели – оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности.

Выводы по Главе 2

1. Определена роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности, проявляющаяся в формировании и воспроизводстве минерально-сырьевой базы промышленности России посредством реализации крупных горнорудных инвестиционных проектов, и позволяющая за счет эффективного комплексного использования современных геотехнологий во всех основных процессах предприятий горнорудной промышленности обеспечить устойчивый рост промышленности.

2. Разработан новый метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности с автоматизированными многовариантными параметрическими и сценарными расчетами, который, в отличие от используемых ранее, учитывает эффекты комплексного использования современных геотехнологий во всех основных процессах предприятий горнорудной промышленности и позволяет минимизировать влияние факторов неопределенности и субъективизма в экономической оценке инвестиционных проектов.

Глава 3. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОБОСНОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

3.1 Условия инвестиционной привлекательности горнорудных проектов для эффективного развития предприятий

Выполненным исследованием установлено, что преобладающими влияющими факторами для инвестиционной привлекательности проектов являются высокая стоимость и устойчивый спрос на производимую горнорудную продукцию. В совокупности эти факторы определяют формирование интереса инвестора к объекту рудного минерального сырья: перспективному месторождению или техногенному ресурсу, образовавшемуся в результате первичной переработки руд полезного ископаемого. Высокая стоимость создает предпосылки для получения большего дохода, а устойчивый спрос на производимую продукцию – для стабильности ее сбыта и продаж.

Важное значение имеет позиция инвестора на рынках минерального рудного сырья [26,115]. Если компания-инвестор имеет свою «нишу» на рынках, имеет репутацию надежного поставщика, то вывод ею на рынки продукцию нового инвестиционного проекта только усилят ее позиции. В ином случае инвестор должен будет приложить определенные усилия, чтобы занять соответствующую нишу. При этом существенным фактором будет играть рыночная капитализация компании-инвестора [29,133]. Как показал анализ мирового опыта реализации крупных горнорудных проектов, капитализация компании-инвестора должна не менее 500 млн долларов США.

Одним из определяющих факторов для реализации горнорудных проектов является длительность сроков окупаемости начальных капитальных вложений. Чем меньше срок возврата инвестиций, тем выше инвестиционная

привлекательность проекта. Большой срок окупаемости капиталовложений чреват большей неопределенностью и более высокими рисками реализации проекта.

Реализация горнорудного проекта всегда сопряжена со значительным объемом строительно-монтажных работ, созданием транспортной инфраструктуры и энергообеспечивающих систем. Поэтому существенным плюсом к инвестиционной привлекательности проекта является наличие на его территории базовых зданий, сооружений, дорог, энергообеспечивающих систем. Немаловажным является наличие строительной компании, которая могла бы взять на себя основной объем строительно-монтажных работ.

Для горнорудного производства требуется наличие необходимых технологий добычи и переработки руды, а также огромный парк техники и оборудования. Инвестиционная привлекательность горнорудного проекта возрастает, если эти условия могут быть выполнены в необходимые сроки.

Для организации и вывода на рабочий режим горнорудного производства компании-инвестору необходим квалифицированный и трудовой персонал. Наличие необходимых кадров на территории местоположения инвестиционного проекта, или в непосредственной близости от него, положительно сказывается на критериях инвестиционной привлекательности проекта.

Потенциальный инвестор нуждается в представительной и детализированной информации о горнорудных проектах. Этой цели служит созданная автором автоматизированная база данных рудного минерального сырья Европейского Севера России.

Для этих целей, были выполнены модернизация, пополнение и автоматизация обработки имеющихся данных, на основе современных геолого-экономических показателей перспективных горнорудных месторождений и техногенных ресурсов минерального сырья Мурманской области (рисунок 3.1).

На сегодняшний день содержание и структура созданной автоматизированной базы данных соответствует требованиям регламентирующих документов по геолого-экономической оценке горнорудных проектов. База

данных, как единая система, имеет две составляющих: горно-геологическую и информационно-технологическую.

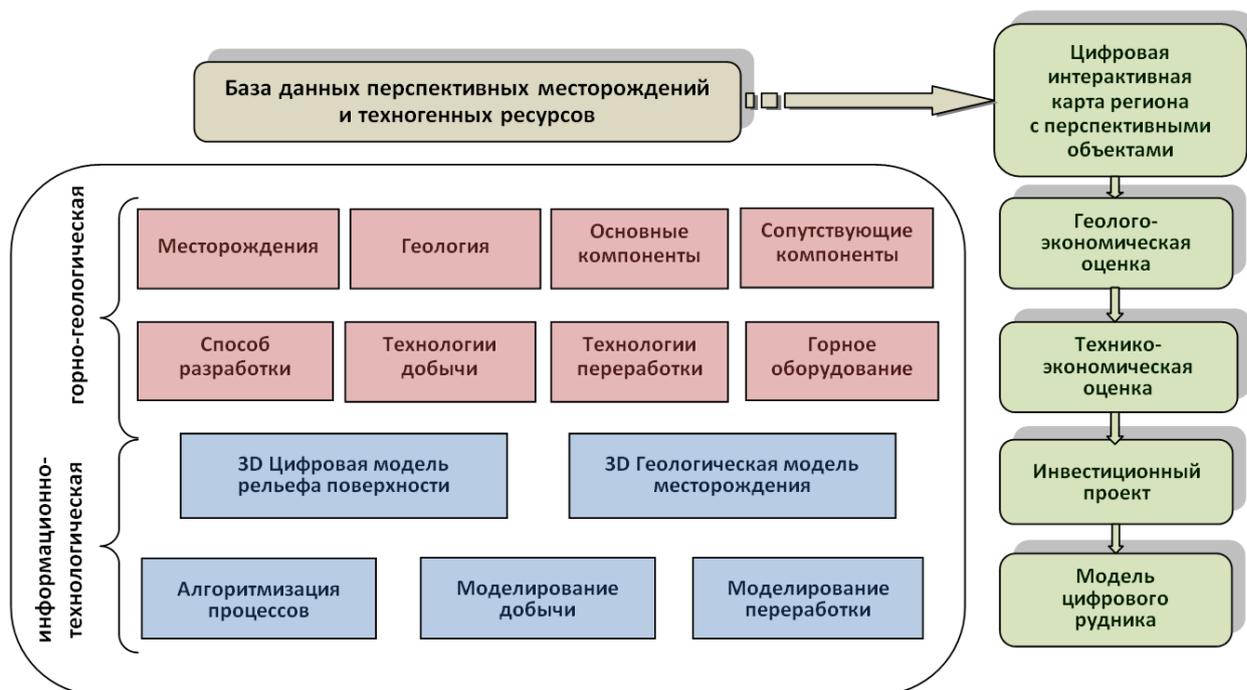


Рисунок 3.1 - Структура автоматизированной базы данных рудного минерального сырья Европейского Севера России [109].

Горно-геологическая информация в базе данных сгруппирована по пространственному распределению минерального сырья, позволяющему принимать во внимание горно-геологические, экономико-географические и природно-климатические особенности территорий горнорудных проектов при выполнении геолого-экономической оценки.

Основные блоки горно-геологической составляющей базы данных: месторождения, геологические условия, основные компоненты рудного полезного ископаемого, сопутствующие компоненты. Здесь также расположены данные о возможных способах (подземном, открытом, комбинированном) разработки, применимых и доступных технологиях добычи и переработки рудной массы, а также о доступном горном оборудовании.

Информационно-технологическая составляющая базы данных должна содержать 3D цифровые модели: рельефа поверхности территории (рисунок 3.2), геологического строения месторождения (рисунок 3.3), каркаса проектируемого

рудника (рисунок 3.4), блочно-компонентную модель полезного ископаемого (рисунок 3.5), и ряд других моделей, отражающих использование современных геотехнологий и цифровизации. Здесь также предусмотрено хранение и использование информации о возможности алгоритмизации и имеющихся алгоритмах основных горнорудных процессов. Особое место в базе данных отводится результатам компьютерного моделирования процессов добычи переработки рудного минерального сырья.

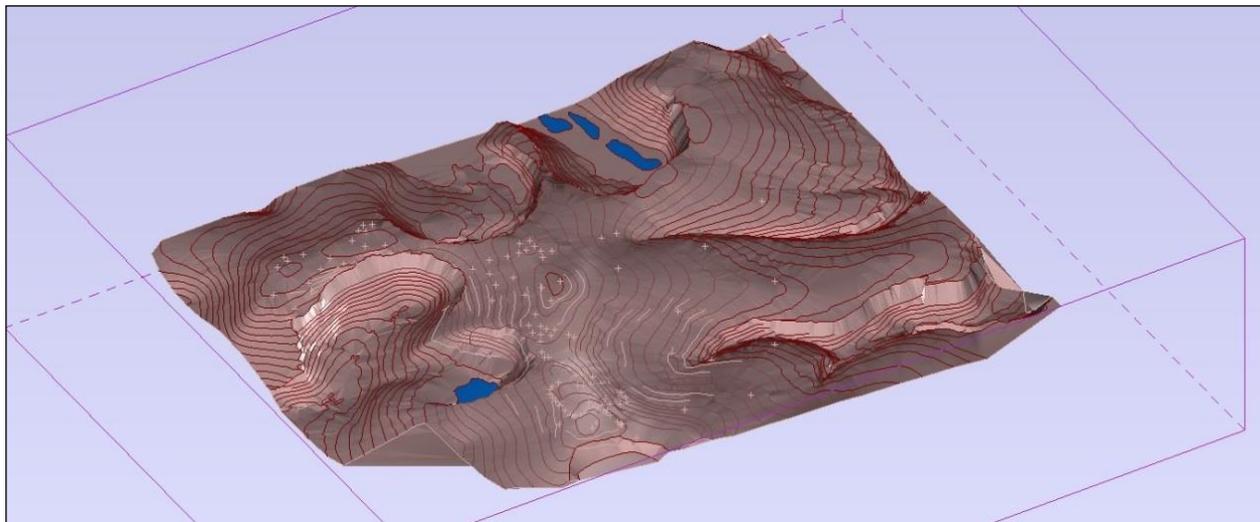


Рисунок 3.2 - 3D модель рельефа поверхности одного из перспективных месторождений Мурманской области [104]

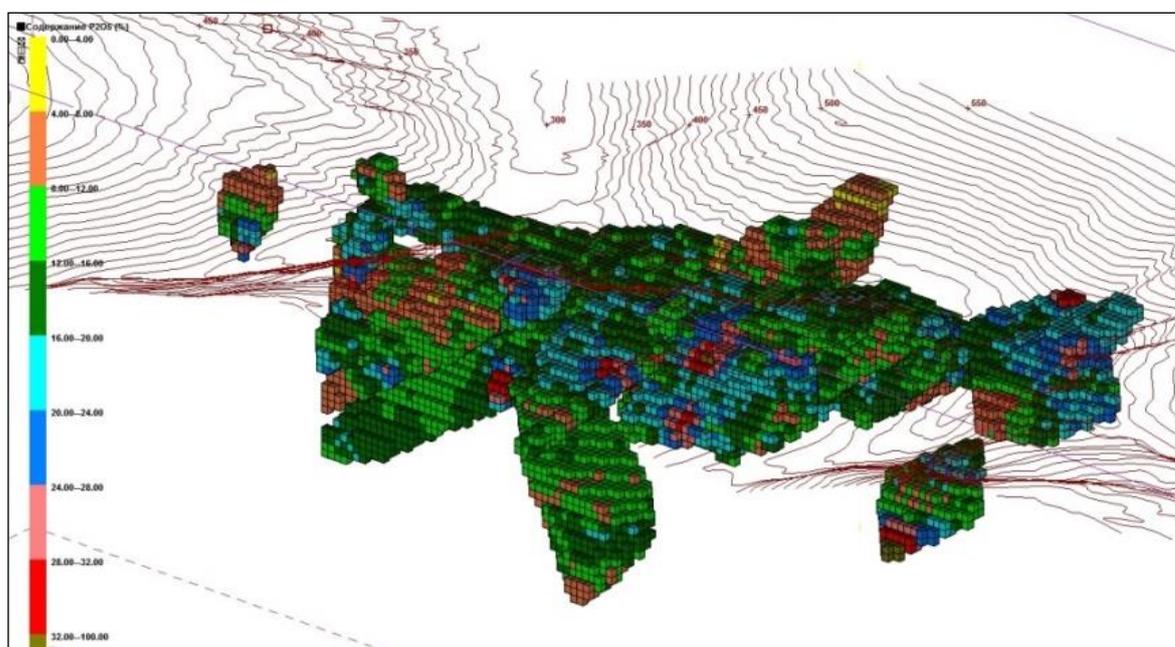


Рисунок 3.3 - Геологическая блочная модель верхнего яруса месторождения «Олений ручей» [104]

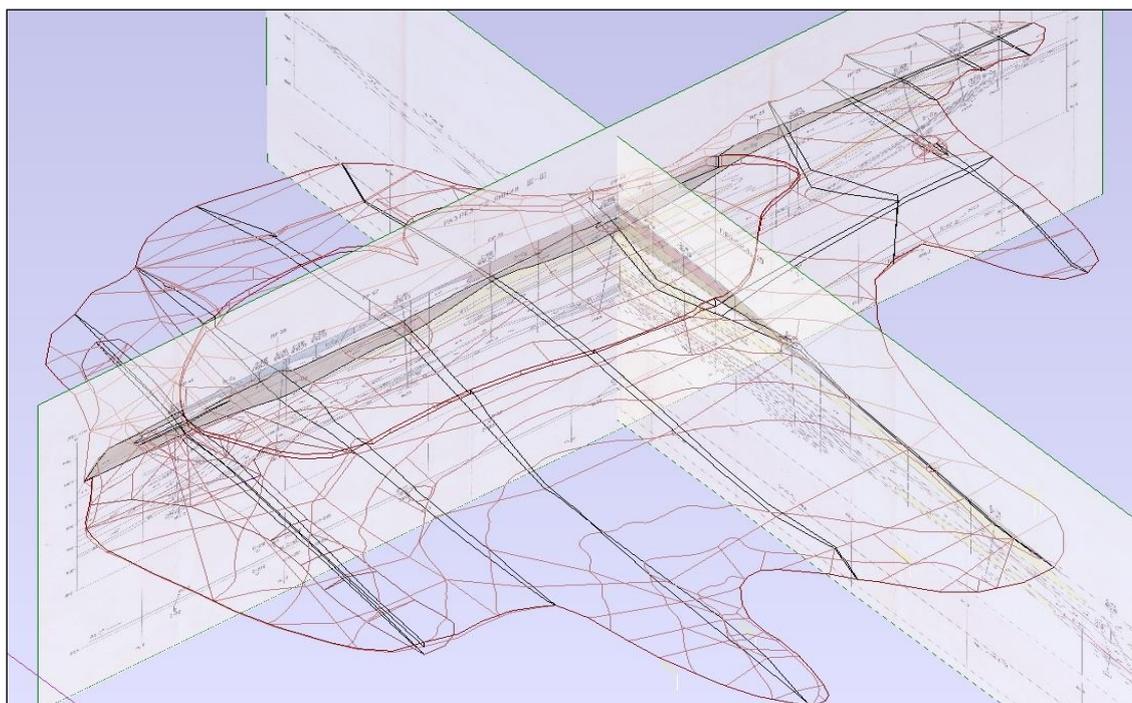


Рисунок 3.4 - Каркасная модель предприятия горнорудной промышленности [104]

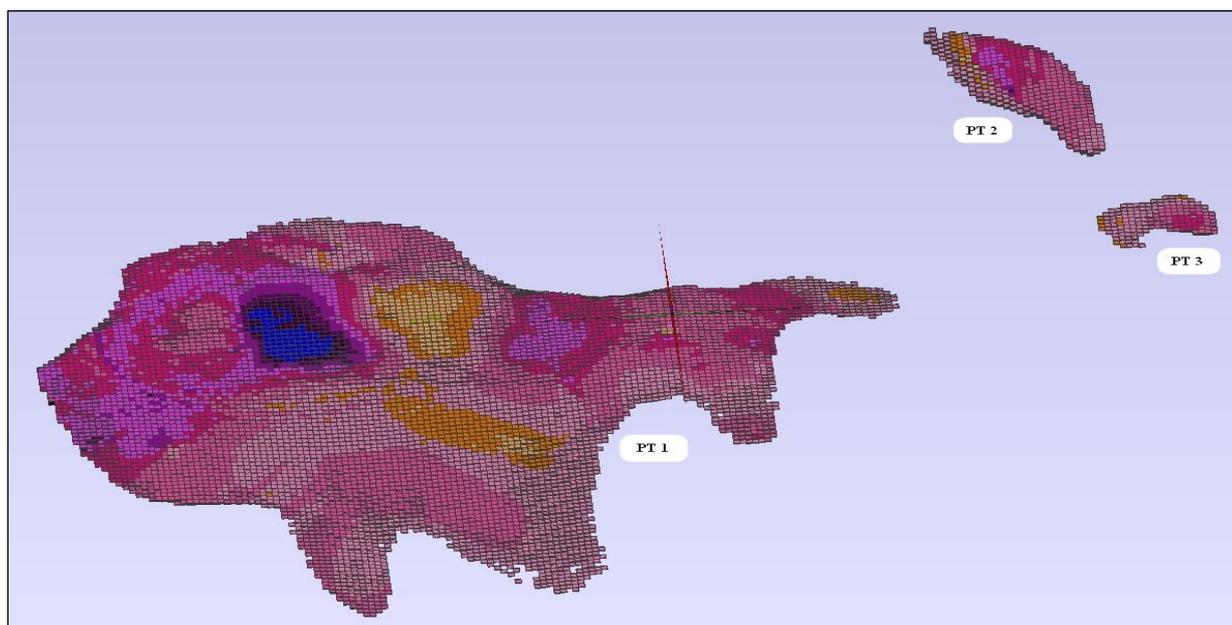


Рисунок 3.5 - Блочная модель рудного тела (раскраска по содержанию основного и сопутствующего полезных компонентов) [52]

Концепция разработанной автоматизированной базы подразумевает формирование, по запросу к базе, цифровой интерактивной карты региона с перспективными объектами: месторождениями рудного минерального сырья или

хранилищем отходов горного производства. В совокупности с имеющейся информацией, это предоставляет возможность выполнение геолого-экономической, а затем и технико-экономической оценок перспективного объекта и сформировать инвестиционный горнорудный проект. Последующий учет современных геотехнологий и цифровизации позволит построить модель цифрового рудника.

Такой методический подход, основанный и реализующий учет современных геотехнологий и цифровизации, отвечает, прежде всего, задачам и направлениям Программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Это также позволяет уменьшить вероятность ошибок и недочетов, обусловленных субъективными факторами.

Формирование, согласно описанному выше подходу, такой автоматизированной базы обеспечивает оперативное решение вопросов, связанных с подготовкой и освоением объектов рудного минерального сырья, и, в конечном итоге, способствует формированию критериев инвестиционной привлекательности проектов (рисунок 3.6).

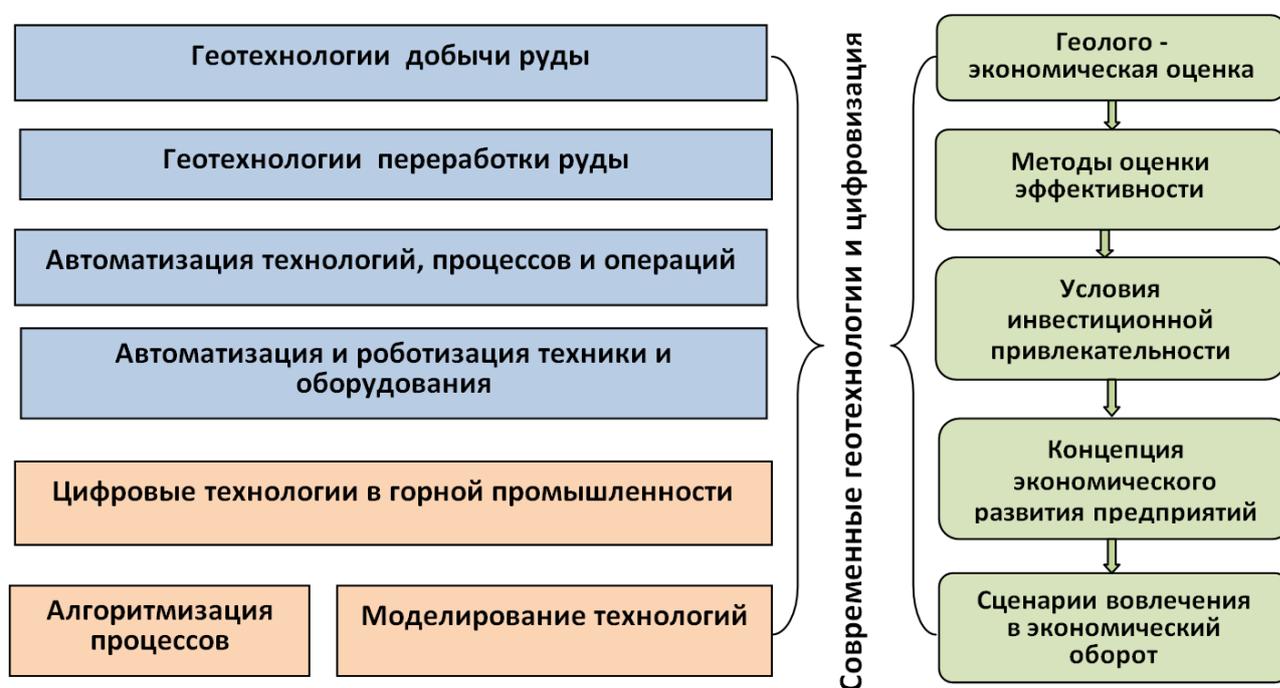


Рисунок 3.6 - Значение современных геотехнологий и цифровизации для эффективного развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов

По мнению известных специалистов и экспертов в этой области, применение современных геотехнологий и цифровизации на предприятиях горнорудной промышленности открывает широкие возможности для автоматизации технологических процессов, повышения безопасности горных работ и перехода к малолюдным технологиям, что в конечном итоге обернется существенным снижением эксплуатационных затрат [63, 69]. Выполненное в диссертации параметрическое и сценарное моделирование финансовых потоков показало, что активное использование современных геотехнологий и цифровизации обуславливает как сокращение срока окупаемости инвестиций, так и существенное повышение аккумулирующего финансового результата (рисунок 3.7).

На рисунке 3.7 показано автоматически формируемое графическое отображение результирующих финансовых потоков в течение жизненного цикла проекта в виде горизонтальной зеленой линии по ежегодному доходу и аккумулирующей (накопительной) – в виде коричневой ломаной линии. Пересечение этой линии с горизонтальной координатной осью графика соответствует сроку окупаемости проекта для принятых исходных и влияющих расчетных параметров.

По мнению специалистов и экспертов в этой области [71,104,129], цифровизация горнорудной промышленности открывает широкие возможности для автоматизации технологических процессов, повышения безопасности горных работ и перехода к малолюдным технологиям, что в конечном итоге обернется существенным снижением эксплуатационных затрат.

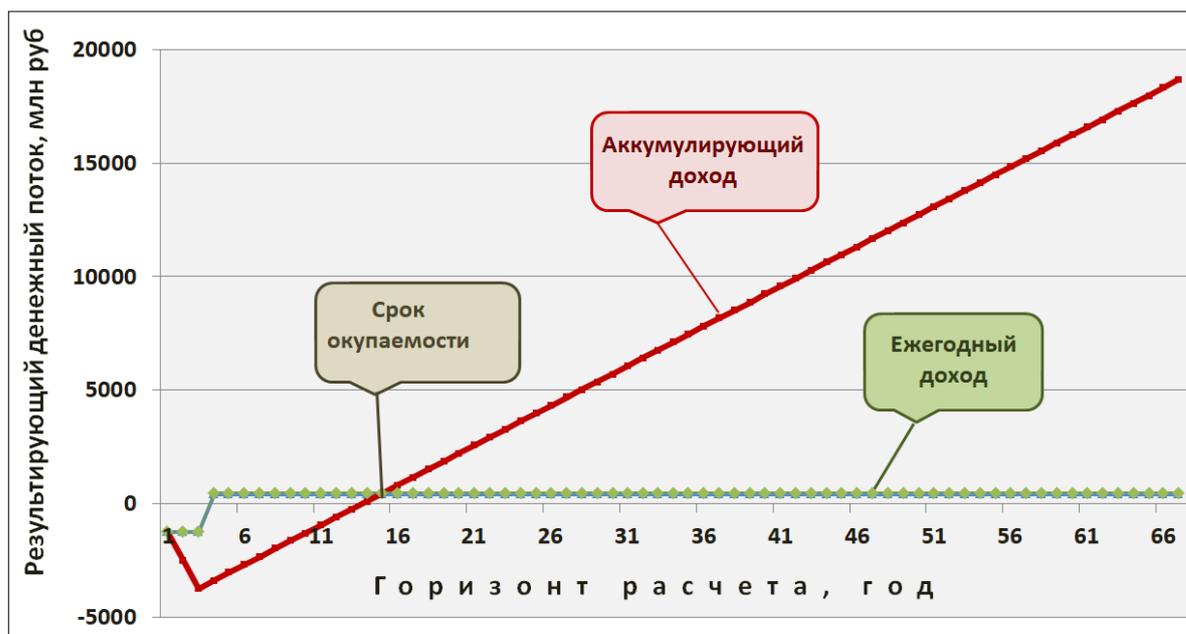


Рисунок 3.7- Параметрическое моделирование формирования на горнорудном предприятии результирующих финансовых потоков в течение жизненного цикла инвестиционного проекта

В диссертации выполнено сценарное и параметрическое моделирование снижения эксплуатационных затрат на 10 и 20%, за счет использования современных геотехнологий и цифровизации (рисунок 3.8), на примере одного из перспективных горнорудных проектов.

Выполненное в диссертации сценарное и параметрическое моделирование результирующих финансовых потоков показало, что активное использование современных геотехнологий и цифровизации обусловит как сокращение срока окупаемости инвестиций, так и существенное повышение аккумуляющего финансового результата. Поэтому это фактор должен являться одним из условий инвестиционной привлекательности горнорудного проекта.

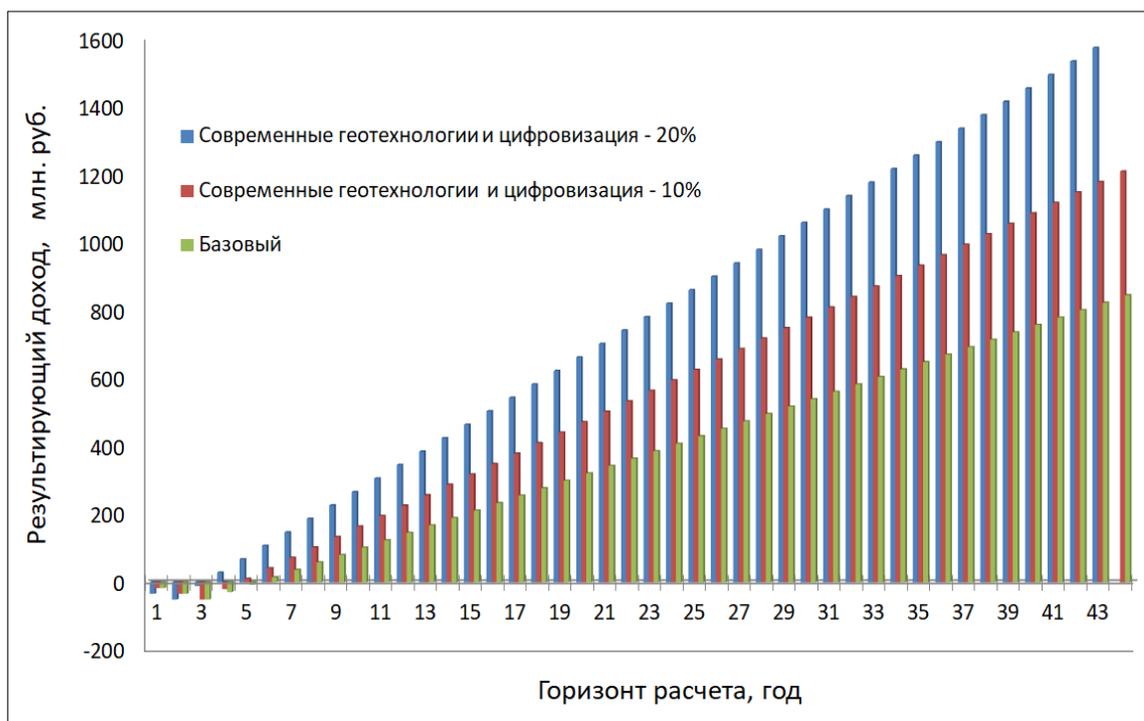


Рисунок 3.8 - Сценарное моделирование финансовых потоков при использовании на предприятии горнорудной промышленности современных геотехнологий и цифровизации

Таким образом, вышеизложенное позволяет считать обоснованной необходимость учета применения современных геотехнологий и цифровизации в условиях инвестиционной привлекательности горнорудных проектов. Эффект также проявляется в возможности автоматизировать многовариантные инженерно-экономические расчеты, выполнять параметрическое и сценарное моделирование с минимизацией факторов неопределенности и субъективизма.

Горнорудная промышленность также характеризуется быстрым развитием технических средств механизации и автоматизации технологических процессов, использованием современных технических средств связи, автоматизированных методов получения информации о местоположении и состоянии геобъектов и горного оборудования, интенсивным внедрением компьютерных методов обработки данных, роботизацией механизмов и оборудования. Все это позволяет

повысить производительность труда в горнорудной промышленности и уменьшить долю ошибок, связанных с человеческим фактором.

Вместе с тем развитие горнорудной промышленности напрямую зависит от колебания цен на рынках минерального сырья, которые определяют финансовые показатели работы горнорудного предприятия и вынуждают принимать соответствующие как локальные, так и широкомасштабные организационные и технологические управляющие решения. В современных условиях значительно повысилась степень влияния геополитических факторов (санкции и пр.)

В целом влияние внутренних и внешних факторов на развитие горнорудной промышленности РФ приводит к пониманию того, что эффективность освоения новых перспективных месторождений рудного минерального сырья может быть обеспечена не только посредством применения современной техники, технологии и организации производства, но и, прежде всего, за счет широкого внедрения цифровых технологий и средств автоматизации в практику оценки коммерческой привлекательности месторождения, проектирования и планирования горных работ. В работах [63,132] утверждается, что взаимосвязь основных проектных решений, задающих параметры систем разработки, определяющих схемы вскрытия, основные и вспомогательные технологические процессы, формирующих направления развития горных работ, диктует необходимость комплексного информационного обеспечения задач проектирования и планирования горных работ. Фактически говорится о единой информационной, алгоритмической и программной основе решения большинства технологических задач, возникающих при разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

Таким образом, к важным условиям инвестиционной привлекательности крупных горнорудных проектов относится широкое применение современных геотехнологий и цифровизации в горнорудных процессах, прежде всего в части их автоматизации, а также роботизации техники и оборудования.

Особое место для обоснования условий инвестиционной привлекательности проекта отводится качеству производимой из рудного минерального сырья

продукции - концентрата, который впоследствии используется для конечной товарной продукции. Качество продукции непосредственно влияет на рыночную стоимость продукта, а значит, и на доходность проекта.

В пользу реализации горнорудного проекта большое значение играют показатели его доходности и рентабельность основных средств. Чем выше эти показатели, тем инвестиционный проект привлекательнее и коммерчески эффективнее.

Важным для инвестиционной привлекательности является возможность для компании-инвестора получить государственную поддержку, возможные меры которой рассмотрены в разделе 1.1. настоящего исследования. Это имеет существенное значение в современных геополитических условиях.

При формировании условий инвестиционной привлекательности проектов рудного минерального сырья Европейского Севера России, представляющих собой перспективные месторождения и техногенные ресурсы, необходимо учитывать влияние следующих факторов, объединенных в группы:

- инженерно-геологические: геологические, природно-климатические и географические условия, доступность;
- технологические: наличие необходимых технологий добычи и переработки руд, возможность применения современных геотехнологий и цифровизации;
- технические: наличие современной техники и оборудования, возможность ее автоматизации и роботизации;
- инфраструктурные: транспортная инфраструктура, обеспеченность энергией, водой;
- кадровые: обеспеченность профессиональными специалистами, трудовым потенциалом и их размещением;
- затратные и ограничительные: капитальные и эксплуатационные затраты, государственные интересы, региональные особенности, налоговые и экологические платежи, состояние рынка (спрос текущий/перспективный);

- **рисковые:** геологические, строительные, технические, геотехнологические, природно-климатические, маркетинговые, экологические, финансовые риски;
- **коммерческие:** соотношение «доход-затраты»; время окупаемости капиталовложений; ЧДД – чистый дисконтированный доход; налоги, платежи, отчисления; индекс доходности; внутренняя норма прибыльности; рентабельность;
- **инвестиционные:** применение средств и инструментов государственной политики.

Вышеизложенное составляет организационно-методическую основу для обоснования условий инвестиционной привлекательности горнорудных проектов - перспективных месторождений и техногенного сырья. Обосновано, что основными условиями являются: высокая рыночная стоимость продукции и устойчивый спрос, количество и качество запасов руды, высокие положительные показатели соотношения «доход-затраты-прибыль», местоположение, геологические и климатические условия, наличие подходящих геотехнологий и горного оборудования, применение современных геотехнологий и цифровизации, близость транспортных путей и энергоисточников, меры государственной поддержки.

Благоприятное сочетание вышеперечисленных условий инвестиционной привлекательности горнорудных проектов позволяет обеспечить перспективы экономического развития горнорудной промышленности Европейского Севера России за счет вовлечения в промышленную эксплуатацию перспективных рудных месторождений традиционных видов минерального сырья и новых стратегически важных полезных ископаемых.

3.2. Концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов

В работе предложена авторская трактовка термина «инвестиционный горнорудный проект» - реализация замысла на вовлечение в промышленную

эксплуатацию рудного минерального сырья на основе параметрического и сценарного моделирования, с учетом использования современных геотехнологий и цифровизации, и условий инвестиционной привлекательности».

На основе этого разработана концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов – как совокупность графических и текстовых описаний, позволяющих понимать процесс оценки его коммерческой привлекательности, и, в случае коммерческой эффективности, конкретизировать основные мероприятия и ключевые ресурсы для его реализации [18,113,123] (рисунок 3.9). Концепция является объектно-ориентированной – по целеполаганию ориентирована на объекты рудного минерального сырья, и соответствует направленности горнорудного бизнеса, то есть от добычи руды к потребителям (или рынкам минерального сырья). Вместе с тем она является интегрированной с инновационным процессом (использование современных геотехнологий и цифровизации).

Концепция подразумевает выполнение геолого-экономической (ГЭО) и технико-экономической (ТЭО) оценок, с учетом ограничений и рисков.

ГЭО основывается на использовании ключевых горно-технических ресурсов: запасы рудного сырья, их качество, горная рента, технологические свойства, геологические условия, горно-технические условия, географо-экономические условия, экологические условия, способ разработки, объемы добычи, объемы производства конечного продукта.

ТЭО учитывает способ разработки, технологию добычи, технологию переработки, горное оборудование, годовые объемы, а также рассчитанные значения основных показателей проекта: затраты, доход, чистый дисконтированный доход, налоги, отчисления, платежи, амортизацию, срок окупаемости капиталовложений, и другие [76]. ТЭО также позволяет оценить формирование результирующих финансовых потоков в соотношении «доход-капиталовложения-эксплуатационные затраты-налоги, платежи-прибыль» по горизонту расчета (жизненному циклу планируемого к реализации проекта).

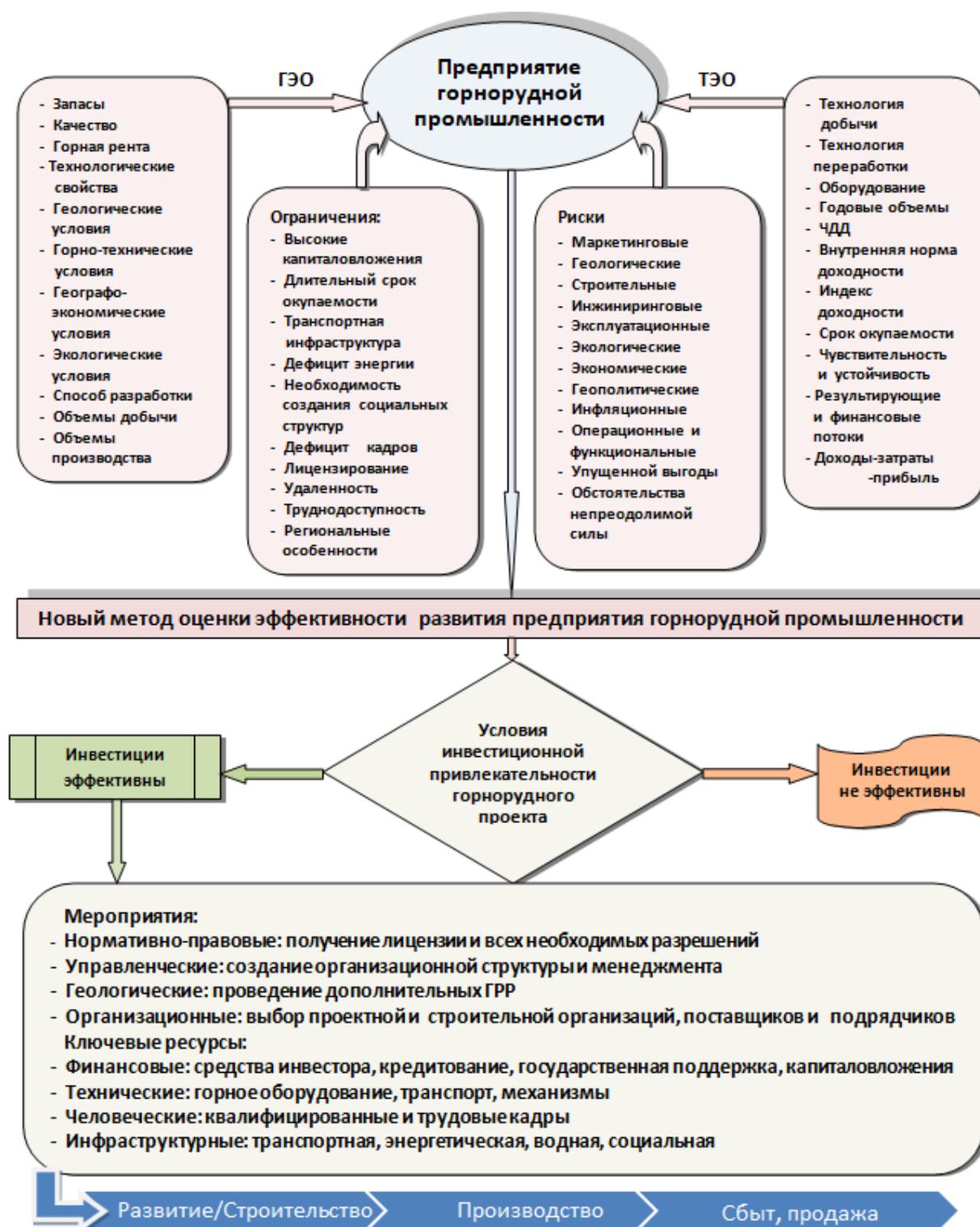


Рисунок 3.9 - Концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов

Концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов позволяет учитывать ограничения, присущие конкретному объекту рудного минерального сырья. Эти ограничения носят

общий характер, но количественно могут варьировать в зависимости от особенностей объекта. В общем случае они сводятся к следующим: высокие капиталовложения; длительный срок окупаемости; необходимость создания транспортной инфраструктуры; дефицит энергии – необходимость создания энергообеспечивающих систем; необходимость создания (строительства и жизнеобеспечения) социальных структур; дефицит кадров – квалифицированных, инженерно-технических, рабочих; сложный механизма получения лицензии на объект рудного минерального сырья; удаленность и, зачастую, труднодоступность перспективных месторождений; недостаточно высокий уровень горного оборудования; недостаточный уровень применения современных геотехнологий и цифровизации.

Концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов позволяет учитывать, а также оценивать, при необходимости, качественно и количественно, достаточно широкий спектр рисков [72]. На рисунке 3.9 перечислены основные виды рисков, которые могут возникнуть при реализации инвестиционного горнорудного проекта. Большею частью это риски, имеющие финансовую и экономическую природу, и при наложении на них геополитических рисков они приобретают решающее значение. Такие риски сложно прогнозировать и предусмотреть. Риски геологические, строительные, инженерные, эксплуатационные – в целом прогнозируемы и могут быть оценены количественно. И, наконец, риски, которые заранее не могут быть спрогнозированы (например, риски, возникающие вследствие обстоятельств непреодолимой силы).

Затем, с применением разработанного нового метода, и базируясь на условиях инвестиционной привлекательности, формируется оценка проекта: реализация коммерчески эффективна или инвестиции не рентабельны.

Для коммерчески выгодных проектов концепция развития предприятий горнорудной промышленности конкретизирует необходимые мероприятия и ключевые ресурсы.

Необходимые для реализации инвестиционного горнорудного проекта мероприятия заключаются в следующем: получение лицензии на участок недр или объект рудного минерального сырья, а также всех необходимых федеральных и региональных разрешений; создание организационной структуры будущего предприятия, формирование менеджмента; проведение на объекте рудного минерального сырья дополнительных геолого-разведочных работ; выбор и обоснование способа разработки, геотехнологии добычи и переработки руды; создание цифровой модели месторождения и выполнение прогнозного моделирования геотехнологий добычи и переработки руды; выбор проектной организации, строительной организации, организации по поставке оборудования и материалов.

Ключевые ресурсы включают в себя: финансовые (инвестиции, собственные средства, средства от кредитных организаций, государственная поддержка); технические (техника, механизмы, горное оборудование, степень автоматизации и роботизации), человеческие (квалифицированные, инженерные и трудовые кадры), энергетические, водные, транспортные и др.

Для заключительной стадии в концепции развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов реализуется стратегическая цепочка: строительство предприятия; добыча и переработка руды с получением в итоге рыночного продукта; сбыт продукта потребителям или продажа на рынках минерального сырья.

Таким образом, разработана концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов, базирующаяся на условиях инвестиционной привлекательности, включающая в себя системный подход по выполнению ориентированных оценок, с учетом ограничений и рисков, и конкретизирующая необходимые для реализации проекта мероприятия и ключевые ресурсы. Для потенциального инвестора концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов представляет практическую ценность для принятия итогового решения: инвестировать в проект или проект отклонить.

Для проектов, по которым принято положительное инвестиционное решение, концепция предусматривает необходимые мероприятия и ключевые ресурсы для его реализации, и тем самым вносит конкретный вклад в экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности.

3.3. Сценарии развития предприятий горнорудной промышленности за счет вовлечения в экономический оборот перспективных месторождений Мурманской области

Первоначально разработанная концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов детально апробирована на примере Колмозерского месторождения рудного минерального сырья, расположенного в восточной части Мурманской области.

Месторождение находится в экономически неосвоенном районе - 80 км к востоку от пос. Ловозеро, и представляет собой промышленно значимое скопление рудного минерального сырья - редкометалльных пегматитов. Территориально оно относится к Ловозерскому району Мурманской области. Географические координаты месторождения: 68⁰58' с.ш. и 37⁰08' в.д.

Месторождение было достаточно детально разведано в 1954-1955 гг., а в 1956-1960 гг. на месторождении была выполнены дополнительные геологоразведочные работы (доразведка). Запасы полезного ископаемого по месторождению были утверждены в ГКЗ, и затем месторождение было отнесено в резерв. В 1998 году была выполнена геолого-экономическая переоценка месторождения, с использованием метода определения месторождения-аналога для данного района, и корректной экономической оценки прогнозных ресурсов редкометалльных руд [70].

Колмозерское месторождение разделено тектоническим разломом на 2 участка: Большой Потчемварек и Малый Потчемварек. Участок месторождения Большой Потчемварек состоит из 9 крупных пегматитовых жил, объединенных в северо-восточную жильную зону длиной 1540 м (жилы № 1-2; 3а; 3; 4) и юго-

западную, длиной 1600 м (жилы № 5; 6; 7; 8; 9). Участок месторождения Малый Потчемварек состоит из 3-х пегматитовых жил длиной 1400 м (жилы № 10,11,12). Все жилы залегают в висячем боку интрузии габбро-анортоизтов на площади 3 х 0,6 км.

Геологоразведочные работы на месторождении включали проходку 34722 куб. м канав, 790 м шурфов и бурение 11861 п.м скважин.

Минеральный состав руды: сподумен, колумбит, танталит, берилл. Породообразующие минералы: кварц, альбит, микролин, мусковит. Запасы руд в условных единицах приведены в таблице 3.1.

Запасы окиси лития Li_2O , с учетом категорий А+В+С₁+С₂ составляют 844,2 тыс. усл.ед., со средним содержанием 1,13 усл.ед.. По запасам и качеству руд месторождение относится к разряду крупных месторождений в РФ, и в мире.

Таблица 3.1

Запасы руды и полезных компонентов Колмозерского месторождения [70]

Категории	Руда, тыс.	Запасы компонентов, усл.ед.				Содержание компонентов, усл.ед.			
	усл.ед.	Li_2O	Nb_2O_5	Ta_2O_5	BeO	Li_2O	Nb_2O_5	Ta_2O_5	BeO
А+В	23312	254779	2732	2224	8520	1,13	0,011	0,009	0,037
С ₁	41499	483561	4668	3650	15259	1,13	0,011	0,009	0,037
А+В+С ₁	64811	738340	7400	5874	23779	1,13	0,011	0,009	0,037
С ₂	10204	105905	974	771	3682	1,13	0,011	0,009	0,037
Забалансовые	1924	18000	171	158	1300	1,13	0,011	0,009	0,037

Согласно структуре концепции развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов, на основе исходных данных [70], была выполнена геолого-экономическая оценка инвестиционной привлекательности Колмозерского месторождения, результаты которой приведены в таблице 3.2.

Геолого-экономическая оценка горнорудного проекта
«Колмозерское месторождение»

№ п/п	Наименование показателей геолого-экономической оценки	Значения показателей
1	2	3
I. Характеристика объекта оценки (Запасы руды, Li и Be в усл.ед.)		
1.	Геолого-промышленный тип месторождения	Редкометалльные пегматиты
2.	Тип руд	Крупновкрапленные, со сподуменом, танталитом, колумбитом, бериллом
3.	Морфология тел полезных ископаемых	Жилы протяженностью сотни метров, мощностью до 70 м.
4.	Прогнозные ресурсы руды (A+B+C1+C2)	75015 тыс. усл.ед.
5.	Качество сырья (среднее содержание компонентов) по запасам	Li ₂ O 1,13; Ta ₂ O ₅ 0,009; Nb ₂ O ₅ 0,011; BeO 0,037.
6.	Прогнозные ресурсы полезных компонентов	Li ₂ O 844,2; Ta ₂ O ₅ 6.645; Nb ₂ O ₅ 8.374; BeO 27.461.
II. Исходные критерии для оценки прогнозных ресурсов		
1.	Минимально-промышленное содержание в руде	Li ₂ O 0,9% с учетом содержания Ta ₂ O ₅ и BeO.
	Коэффициент перевода Ta ₂ O ₅ - окиси бериллия	3.
	Минимальная мощность рудного тела, включаемая в подсчет запасов.	2 м.
	Забалансовые руды с содержанием	Li ₂ O не менее 0,15% ; Ta ₂ O ₅ не менее 0,005%
2.	Геолого-экономические параметры известного в районе положительно оцененного месторождения-аналога.	Полмостундровское месторождение
3.	Минимальные ресурсы и качество сырья месторождений, представляющих интерес в геологических и экономических условиях прогнозируемой площади	Запасы руды 500 тыс.т Содержание Li ₂ O > 1,0; Ta ₂ O ₅ > 0,005%
III. Способ разработки и технология обогащения		
1.	Способ отработки	Карьер глубиной 100 - 200 м.
2.	Глубина подсчета, м	200 - 300 м
3.	Технология обогащения	Гравитационно-флотационная схема обогащения

1	2	3
	Сподуменовый концентрат	93,5%
	Берилловый концентрат	61%
	Танталит-колумбитовый концентрат	47,18%
IV. Итоговая геолого-экономическая оценка		
1.	Ожидаемая эффективность освоения прогнозных ресурсов	Положительная, при условии освоения района месторождения и отнесения части затрат по строительству дороги, ЛЭП на другие объекты

Далее, по структуре концепции развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов, выполнена ТЭО горнорудного проекта «Колмозерское месторождение» (с учетом исследований Горного института КНЦ РАН [70]) определены технологии добычи, переработки и транспортировки руды):

- карьер производительностью 750 тыс. т руды в год при 4140 тыс. т вскрыши;
- обогащение - гравитационно-флотационная схема обогащения селективной флотации сподумена олеиновой кислотой в содовой среде, на месте;
- транспортировка и химико-металлургия части сподуменового концентрата в Полмостундре;
- транспортировка товарных продуктов на станцию Ревда.

В контур карьера включено 67 % разведанных запасов.

Затем, на основе многовариантного параметрического моделирования горнорудных процессов разработки месторождения, по методу аналогии с месторождением «Олений ручей», были определены капитальные вложения по объектам строительства и инфраструктуры (5049 млн руб.):

- внешние коммуникации (55 км автодороги и 50 км ЛЭП до Полмостундры) - 775;
- строительство карьера - 1995;
- строительство обогатительной фабрики - 2092;

- внекарьерный автотранспорт - 187;

Параметрическим моделированием, также по аналогии с ГОК «Олений ручей», определены годовые эксплуатационные затраты по геотехнологиям (млн руб.):

- на добычу руды - 269;
- на обогащение - 368;
- на химико-металлургию сподумена - 355;
- на внекарьерные перевозки - 173.

При этом себестоимость переделов составит (руб/т):

- добыча руды - 359;
- обогащение - 490;
- переработка сподумена – 249.

Сценарное моделирование финансовых денежных потоков проекта освоения Колмозерского месторождения выполнено для трех сценариев по рыночным показателям [5] и для двух сценариев, учитывающих современные геотехнологии и цифровизацию (инновации).

По рыночным показателям смоделированы три сценария: базовый, основанный на современной стоимости на рынке выпускаемой продукции; пессимистический, предусматривающий снижение рыночной стоимости продукции на 7,5%, и оптимистический - если рыночная стоимость на выпускаемую продукцию возрастет на 7,5% в сравнении с базовой. Полученные на основе сценарного моделирования основные показатели по сценариям приведены в таблице 3.3. Формирование результирующих финансовых потоков по моделируемым сценариям графически представлено на рисунке 3.10, а соотношение затрат (капитальных и эксплуатационных) и доходов (ЧДД, ЧДП и др.) – на рисунке 3.11.

При базовом и оптимистическом сценариях все показатели эффективности подтверждают рентабельность проекта, с существенным их возрастанием при повышении рыночной стоимости на выпускаемую продукцию. При снижении рыночной стоимости (пессимистический сценарий), не смотря на положительные

в целом значения ЧДД и ИД, вследствие высоких эксплуатационных затрат и обязательных налогов и платежей, прибыль не образовывается (расчетно – отрицательные значения).

Таблица 3.3

Основные показатели сценарного моделирования проекта
«Колмозерское месторождение»

Показатели эффективности и доходности	Сценарии			
	Пессимистический	Базовый	Оптимистический	Современные геотехнологии и цифровизация
Внутренняя норма доходности (ВНД), %	8%	10%	12%	12%
Срок окупаемости недисконтированный, лет	13,5	11,5	9,5	9,4
Капитальные затраты, млн руб.	5049	5049	5049	5049
Эксплуатационные затраты, млн руб.	31728,75	31728,75	31728,75	26969,44
Доход с амортизацией, млн руб.	54138,74	58528,37	62918,00	58528,37
Чистый дисконтированный доход (ЧДД), млн руб.	22410,00	26799,63	31 189,25	31558,94
Налог на прибыль, млн руб.	5378,40	6431,91	7 485,42	7574,145
Чистая прибыль, млн руб.	17031,60	20367,72	23 703,83	23984,79

По показателям современных геотехнологий и цифровизации выполнено моделирование трех сценариев: базовый (консервативный), инновационный 10% и инновационный 20% сценарии. Базовый (консервативный) сценарий подразумевает использование при разработке Колмозерского месторождения имеющихся технологий добычи и переработки руды, без применения инновационных разработок.

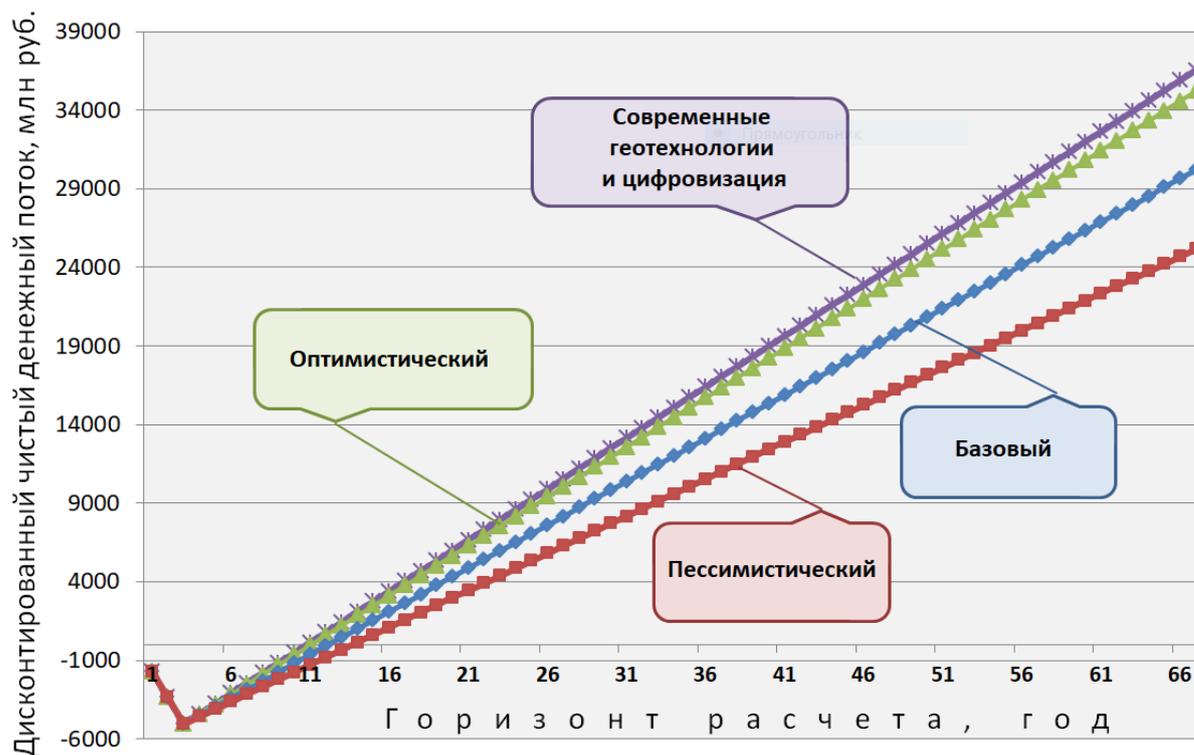


Рисунок 3.10 - Сценарное моделирование дисконтированного чистого денежного потока по проекту «Колмозерское месторождение»

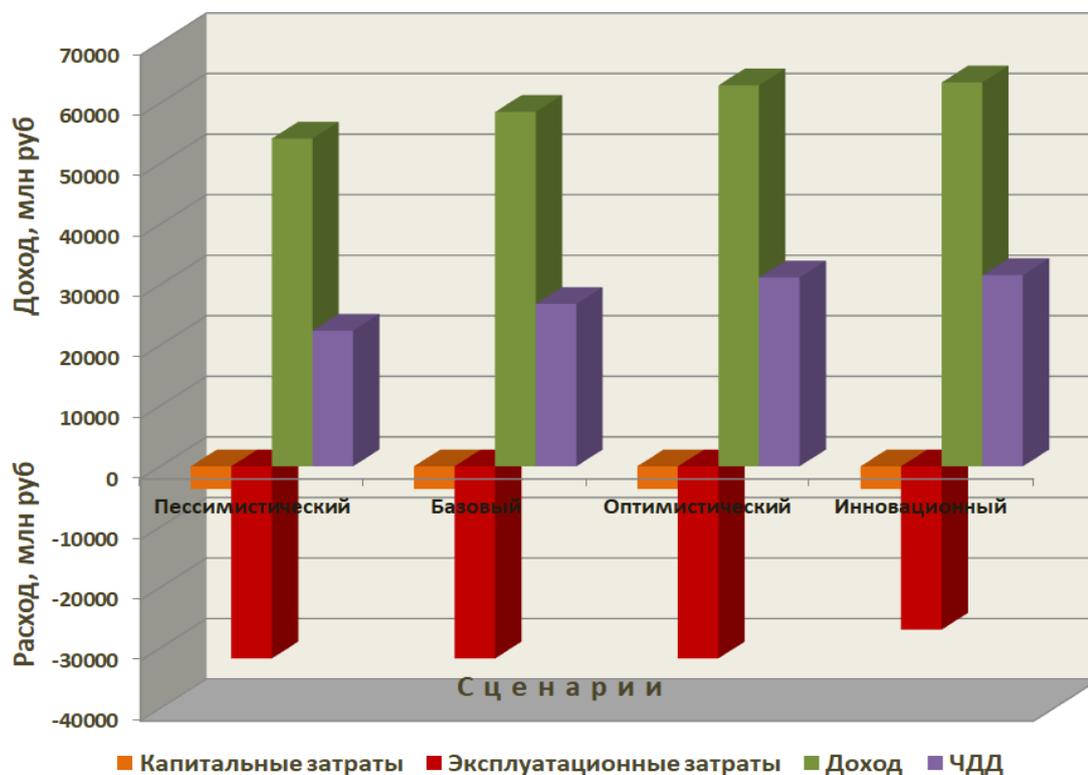


Рисунок 3.11 - Распределение доходов и расходов по результатам сценарного моделирования по рыночным показателям и инновациям

Для моделирования инновационных сценариев имитировалось применение современных геотехнологий и цифровизации. По современным оценкам, применение современных геотехнологий и цифровизации (инноваций) позволяет в совокупности снизить эксплуатационные затраты на 10-20%. Результаты моделирования этих сценариев приведены на рисунках 3.12-3.13.

В целом можно ожидать, что применение современных геотехнологий и цифровизации, в сочетании с прогнозируемым спросом и ростом рыночной стоимости на редкоземельные элементы, позволит получить коммерчески привлекательные результаты реализации горнорудного проекта – освоения Колмозерского месторождения редкоземельных пегматитов.

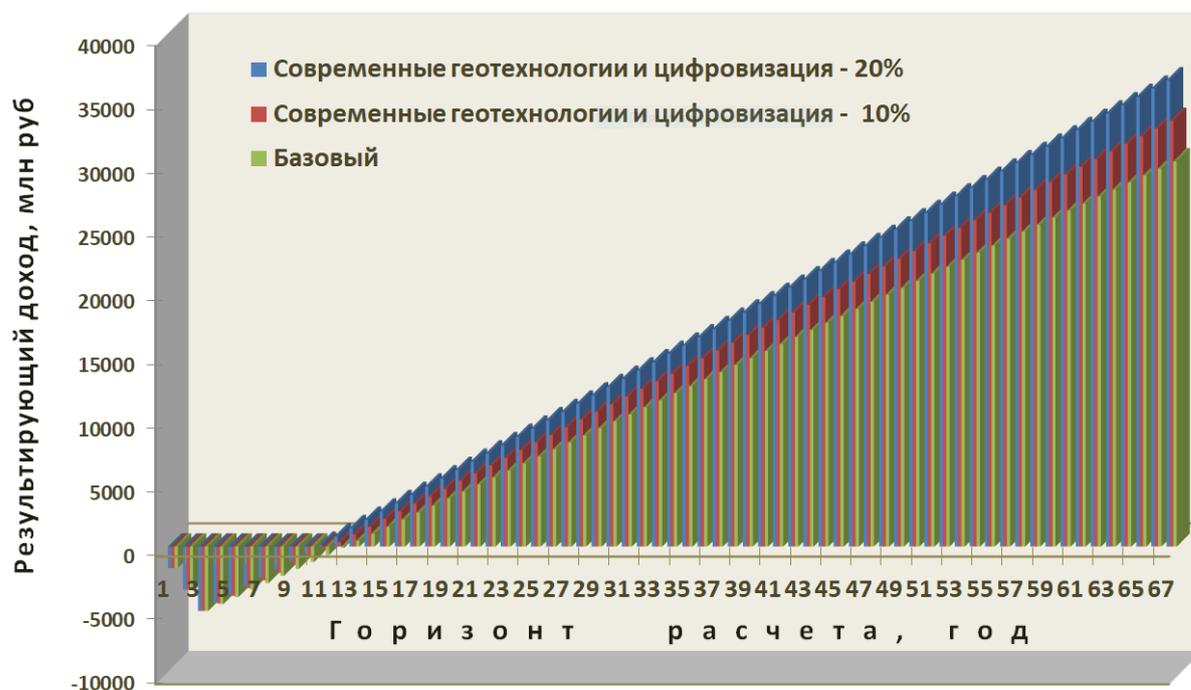


Рисунок 3.12 - Сценарное моделирование результирующих финансовых потоков по проекту «Колмозерское месторождение» по инновационным показателям

Применив далее, по структуре концепции развития предприятия горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов, выполнение условия соответствия проекта «Колмозерское месторождение» критериям

инвестиционной привлекательности, приходим к выводу – проект коммерчески эффективен.

Концепция развития предприятия горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов предусматривает, что компании-инвестору необходимо реализовать организационно-экономические мероприятия с использованием ключевых ресурсов: нормативно-правовые, управленческие, финансовые, геологические, организационные, технические, человеческие, инфраструктурные, маркетинговые.

Заключительным этапом реализации концепция развития предприятия горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов для горнорудного проекта «Колмозерского месторождения» являются: строительство нового горнорудного предприятия и необходимых объектов, производство литиевого концентрата посредством основных горнорудных процессов, сбыт литиевого концентрата потребителям или продажа на минерально-сырьевых рынках.

Ожидаемый экономический эффект от реализации инвестиционного горнорудного проекта – освоение Колмозерского месторождения редкоземельных пегматитов и производство литиевого концентрата, к 2050 г. оценён в 12 млрд рублей, к 2070 г. – в 22 млрд рублей, что составляет более 40 млн рублей в год.

На основе опыта выполненных исследований, Концепция развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов применена для укрупненной оценки инвестиционной привлекательности ряда перспективных горнорудных месторождений Европейского Севера России. На основе полученных значений показателей рассмотренные перспективные месторождения ранжированы по степени коммерческой эффективности, как автономного объекта, так и включения в промышленные кластеры, в том числе с действующими горнодобывающими предприятиями (таблица 3.4, рисунок 3.13).

Выделены 11 месторождений, обладающих наибольшей инвестиционной привлекательностью в современных экономико-геополитических условиях, вовлечение которых в промышленную эксплуатацию создаст необходимые

условия для стимулирования экономического развития горнорудной промышленности. Это Колмозерское (пегматиты), Полмостундровское (пегматиты), Аллуайв (редкоземельные металлические руды), Сахарйокское (иттрий-циркониевые руды), Васин-Мыльк (редкометалльные пегматиты), Африкандовское (перовскит-титаномагнетитовые руды), Цагинское (ильменит-титаномагнетитовые), Колвицкое (ильменит-титаномагнетитовые руды с ванадием), Юго-Восточная Гремяха (Ильменит-титаномагнетитовые руды), Сопчеозерское (хромитовые руды), Саланлатва (баритовые руды).

Предложены базовый, оптимистический и инновационный (с использованием современных геотехнологий и цифровизации) сценарии, позволяющие поэтапно вовлекать в промышленный оборот перспективные месторождения рудного минерального сырья Мурманской области, и, при сочетании оптимистического и инновационного сценариев, приводящие к сокращению срока окупаемости капиталовложений и повышению рентабельности на 10% и выше.

Укрупненная оценка инвестиционной привлекательности перспективных
месторождений Мурманской области

Инвестиционный проект месторождение	Район	Руда, Минеральное сырье	Полезный компонент	Запасы, млн т	Срок окупаемости, лет	Индекс доходности дисконтированный
Колмозерское	Ловозерский	Пегматиты	Литий, Бериллий, Тантал, Ниобий	75	8,3	1,83
Полмостундровское	Ловозерский	Пегматиты	Бериллий, Литий, Ниобий, Тантал	28,8	8	1,44
Аллуйв	Ловозерский	Редкоземельные металлические руды	Лопарит (тантал, ниобий, РЗЭ, титан), Эвдиалит	13,35	3,8	3,0
Сахарийокское	Ловозерский	Иттрий-циркониевые руды	Оксиды редких земель, Цирконий	14,1	6	2,12
Васин - Мыльк	Ловозерский	Редкометалльные пегматиты	Цезий, Рубидий, Литий, Тантал	0,68	5,8	1,57
Неске-Вара	Кандалакшский	Карбонатиты	Ниобий, Тантал, Магнетиты, Апатит	95	не окуп.	0,2
Салланлатва	Кандалакшский	Редкометалльные карбонатиты	Ниобий, Магнетиты	72	не окуп.	0,66
Африкандское	Африкандский	Перовскит титано-магнетитовые руды	Титан, Тантал, Ниобий, РМ	190	6,4	2,16
Цагинское	Ловозерский	Ильменит-титаномагнетитовые руды	Титан, Магнетиты, Ванадий	51,1	4,6	2,8
Колвицкое	Кандалакшский	Ильменит-титаномагнетитовые руды с ванадием	Титан, Магнетиты, Ванадий	98	6	2,29
Юго-Восточная Гремяха	Кольский	Ильменит-титаномагнетитовые руды	Титан, Магнетиты	87	5,2	2,5
Сопчеозерское	Мончегорский	Хромитовые руды	Хром	10,35	4,2-9,8	1,39
Салланлатва	Кандалакшский	Баритовые руды	Барит	103,7	21	1,02

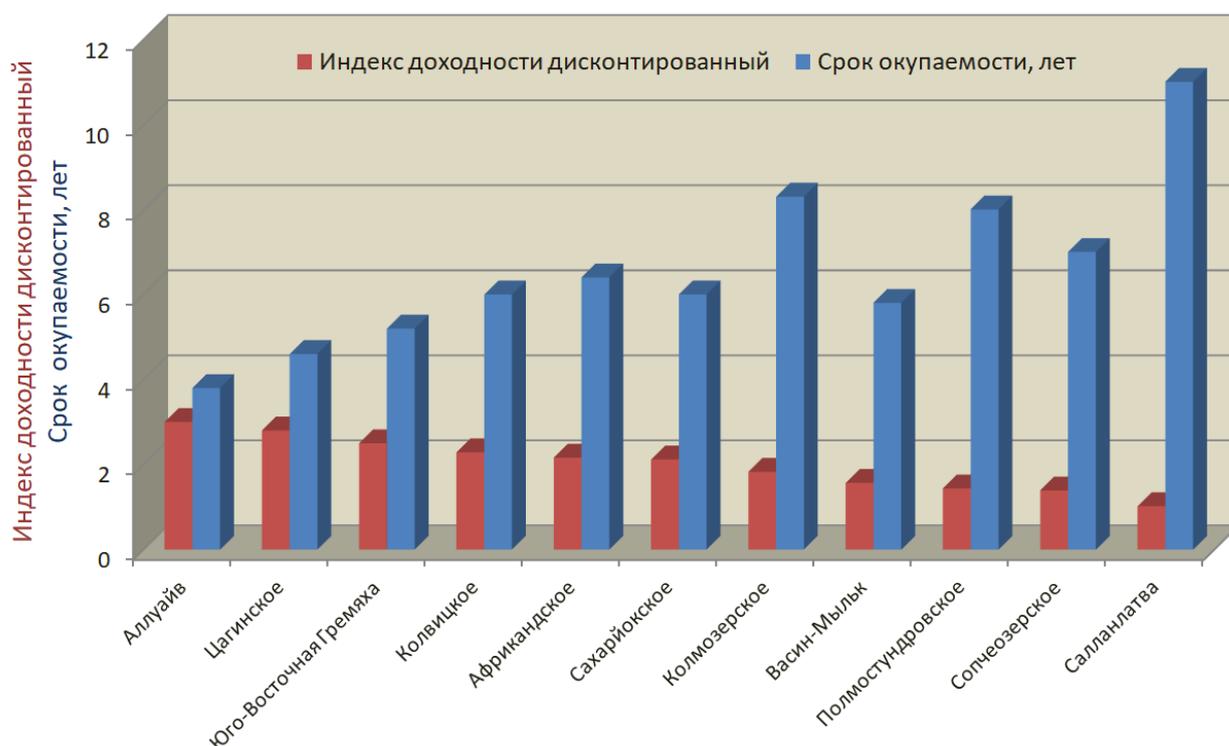


Рисунок 3.13 - Перспективные месторождения Мурманской области для экономического развития предприятий горнорудной промышленности

Для развития предприятий горнорудной промышленности в части редкоземельного производства целесообразно рассмотреть сценарии вовлечения в промышленную эксплуатацию Колмозерского, Полмостундровского, Васин-Мыльк и Сахарйокского месторождений. Срок окупаемости капиталовложений в освоение этих месторождений прогнозируется до 6-8 лет, при индексе доходности выше двух. К горно-геологическим преимуществам этих месторождений относится близкое расположение к дневной поверхности полезного ископаемого, что позволяет применить более дешевый открытый способ разработки.

К перспективным сценариям следует отнести возможное вовлечение в экономический оборот Сопчеозерского месторождения хромитов, участка Аллуйв Ловозерского месторождения (эвдиалитовые руды), месторождения Юго-Восточная Гремяха (ильменит-титаномагнетитовые руды), а также Африкандского месторождения. Существенным положительным обстоятельством для этого является относительная близость действующих горнорудных и горно-металлургических предприятий. Кроме того, горно-геологические условия

практически всех этих месторождений и участков рудного минерального сырья позволяют применить экономически более выгодный открытый способ разработки.

Для освоения некоторых перспективных месторождений, расположенных на удаленных и неосвоенных территориях, могут быть рассмотрены сценарии с использованием модульного оборудования, техники и вахтового метода. Такие сценарии наиболее применимы на месторождениях Салланлатва, Федорово-Панская Тундра, Сахарйок, и других. Горнорудные предприятия могут быть созданы для получения баритов (Салланлатва), платинометалльных рудных концентратов (Федорово-Панская Тундра), комплексных редкометалльных и иттрий-циркониевых концентратов (Сахарйок).

Сценарии вовлечения в экономический оборот перспективных рудных месторождений требуют тщательной проработки, согласование с законодательной и исполнительной властью, органами регионального и федерального управления фондом недр. Необходима также заинтересованность крупных горнорудных компаний в реализации сценариев и инициатив, направленных на эффективное развитие горнорудной отрасли по освоению перспективных рудных месторождений. Поэтому необходима разработка стратегического документа, которым может являться Концепция экономического развития горнорудной отрасли.

Под Концепцией экономического развития горнорудной отрасли на базе рудного минерального сырья: перспективных месторождений и техногенных ресурсов, предлагается рассматривать стратегический замысел, направленный на реализацию инвестиционных горнорудных проектов.

При составлении Концепции должны быть учтены параметры реализации инновационных сценариев реализации инвестиционных горнорудных проектов Европейского Севера России. Целью составления предлагаемой Концепции является распределение программных мероприятий во времени с определением ожидаемых эффектов.

Предлагаемая Концепция носит рекомендательный характер.

Реализация сценариев предлагается в 4 этапа: организационный (2020-2021 гг.), инвестиционный (2022-2023), промышленный (2024-2030 гг.) и инновационно - промышленный (2031-2050 гг.).

Ожидаемый экономический эффект от реализации горнорудного проекта – Колмозерского месторождения, к 2050 г. оценён в 12 млрд руб., к 2070 г. – в 22 млрд руб., что составляет более 40 млн руб. в год.

Расчетная дисконтированная прибыль от вовлечения в промышленную эксплуатацию перспективных месторождений рудного сырья Европейского Севера России превысит 10 млрд долларов США.

Выводы по главе 3

1. Разработана концепция эффективного развития горнорудных предприятий, базирующаяся на критериях инвестиционной привлекательности, включающая в себя, в отличие от существующих, системный подход по выполнению бизнес-ориентированных оценок, с учетом ограничений и рисков, и конкретизирующая мероприятия и ключевые ресурсы, необходимые для реализации инвестиционных проектов.
2. На основе разработанного метода (учитывающего современные геотехнологии и цифровизацию) предложены базовый, оптимистический и инновационный сценарии развития предприятий горнорудной промышленности, позволяющие поэтапно вовлекать в промышленный оборот перспективные месторождения рудного минерального сырья Мурманской области.

Заключение

В заключении представлен вклад автора в проведенное исследование.

1. Обоснована необходимость учета эффектов комплексного использования современных геотехнологий во всех основных процессах предприятий горнорудной промышленности, включая отбойку, погрузку, транспортировку и переработку рудных пород, а также реализацию продукции горнорудного производства.

2. Выявлены особенности реализации крупных горнорудных проектов, определяющие экономическое развитие предприятий горнорудной промышленности и позволяющие предложить организационно-методическую основу для обоснования основных критериев инвестиционной привлекательности перспективных месторождений и техногенного сырья, в число которых входят: высокая рыночная стоимость продукции и устойчивый спрос, количество и качество запасов руды, высокие положительные показатели соотношения «доход-затраты-прибыль», местоположение, геологические и климатические условия, наличие подходящих геотехнологий и горного оборудования, близость транспортных путей и энергоисточников, меры государственной поддержки.

3. Определена роль горнорудных предприятий в экономическом развитии промышленности, проявляющаяся в формировании и воспроизводстве минерально-сырьевой базы промышленности России посредством реализации крупных горнорудных инвестиционных проектов, и позволяющая обеспечить устойчивый рост промышленности.

4. Разработан новый метод оценки эффективности развития предприятий горнорудной промышленности, учитывающий использование современных геотехнологий и эффектов цифровизации. Алгоритм реализации метода базируется на автоматизированных многовариантных расчетах с параметрическим и сценарным моделированием, что позволяет минимизировать влияние факторов неопределенности и субъективизма.

5. Разработана концепция экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе реализации инвестиционных проектов,

базирующаяся на условиях их инвестиционной привлекательности и конкретизирующая мероприятия и ресурсы, необходимые для вовлечения в экономический оборот перспективных месторождений рудного минерального сырья.

б. Созданы концептуальные основы экономического развития предприятий горнорудной промышленности на основе инвестиционных проектов, позволяющие предложить базовый, оптимистический и инновационный сценарии вовлечения в промышленную эксплуатацию перспективных месторождений рудного минерального сырья. Показано, что сочетание оптимистического и инновационного сценариев, приводит к сокращению срока окупаемости капиталовложений и повышению рентабельности на 10% и выше, а расчетная дисконтированная прибыль предприятий горнорудной промышленности от реализации сценариев вовлечения в промышленную эксплуатацию перспективных месторождений рудного сырья Европейского Севера России превысит 10 млрд долларов США.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агарков, С.А. Эпоха глобального потепления: перспективы экономического взаимодействия в "новой Арктике"/ С.А. Агарков, С.Ю. Козьменко, А.А. Щеголькова // Север и рынок: формирование экономического порядка. - 2019.- № 1 (63).- С. 26-36.
2. Актуальные вопросы экономики природопользования: монография / Г.Ю. Боярко, М.Р. Цибульникова, А.А. Вазим и др. – Томск: STT. 2017. – 122 с
3. Ампилов, Ю.П. Стоимостная оценка недр: монография / Ю.П. Ампилов; М.: Геоинформмарк. 2011. - 408 с.
4. Анализ производства и потребления редкоземельных металлов в странах ЕС и БРИКС / А.Е. Череповицын, С.В. [и др.] // Цветные металлы. - 2015.-№ 5 (869). - С. 5-10.
5. Аналитический информационный портал InvestFunds. [Электронный ресурс] : Режим доступа : <http://gold.investfunds.ru/indicators/224/#beginf>.
6. Арктические ресурсы цветных и благородных металлов в глобальной перспективе / Н.С. Бортников [и др.] // Арктика: экология и экономика. - 2015. - № 1(17). -С. 38-46.
7. Архипов А.В. Техногенные месторождения: разработка и формирование / А. В. Архипов А.В., С.П. Решетняк // Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2017. – 100 с.
8. Архипов, А.В. Определение физико-механических свойств хвостов обогащения комплексных руд на ОАО «Ковдорский ГОК» / А.В. Архипов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014 №7. С. 83-90.
9. Астахов, А.С. Экономика разведки, добычи и переработки полезных ископаемых (геоэкономика): монография / А.С. Астахов. - М.:Недра, 1991. - 316 с.
10. Батугина, Н.С. О перспективах развития горно-добывающей промышленности восточной экономической зоны республики Саха (Якутия) / Н.С. Батугина, В.Л. Гаврилов, Л.И. Полуфунтикова // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2018.- №6 (163).-С.47-53.

11. Боер, Ф. Питер. Практические примеры оценки стоимости технологий : монография / Ф. Питер Боер. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2007. - 256 с.
12. Брутян, М. М. Инновационный подход к проведению комплексной оценки перспективных технологий / М. М. Брутян // Креативная экономика. - 2013. - № 9 (81). - С. 86-90.
13. Быховер, Н.А. Экономика минерального сырья. Топливо-энергетическое сырье, руды черных и легирующих металлов: монография / Н.А. Быховер. М. : Недра, 1967. – 368 с.
14. Быховский, Л.З. Минерально-сырьевая база редких металлов Северо-Запада России – основа создания центра редкометалльной промышленности страны / Л.З. Быховский, В.С. Пикалова // Геология и методика поисков и разведки месторождений. - 2015. - № 3 . – С. 3-7.
15. Ветрова Е.Н. Формирование модульной структуры экологических рисков освоения арктической зоны / Е.Н. Ветрова, Г.Р. Хакимова, Л.В. Лапочкина // Недвижимость: экономика, управление. 2020.- № 1. С. 93-96.
16. Ветрова, Е. Н. Совершенствование системы планирования развития промышленного предприятия / Е. Н. Ветрова, А. Л. Шульдешова // Инновационное развитие экономики. - 2016. - №2 (32). - С. 215-223.
17. Гарнер, Д. Привлечение капитала: монография / Д. Гарнер, Р. Оуэн, Р. Конвей – М. : изд-во Д. УайлиандСанз, 2008. – 454 с.
18. Гилярова А.А. Концепция объектно-ориентированной бизнес-модели инвестиционного горнорудного проекта / А.А. Гилярова // Экономика и бизнес. Теория и практика. 2019. - №10-1, С.88-92.
19. Гилярова А.А. О подходах к технико-экономической оценке перспективности освоения месторождений полезных ископаемых А.А. Гилярова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017 №7. С. 211-215.
20. Гилярова А.А. Экономические аспекты исследований состояния гидротехнического сооружения (ГТС) накопителя жидких промышленных отходов / А.И. Калашник, А.А. Гилярова, Н.А. Калашник, Д.А. Максимов, О.В.

Смирнова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2015. - № 6. – С. 23-26.

21. Гилярова, А.А. О кадастре техногенных образований Кольского горнопромышленного региона / А.А. Гилярова // Тенденции развития науки и образования. - 2018. - № 5 (42). - С. 32-35.

22. Гилярова А.А. Освоение отходов горного производства как инвестиционное направление развития горнорудной промышленности Кольского полуострова / А.А. Гилярова, О.Е. Чуркин // Экономика, предпринимательство и право. - 2020. - Том 10. - № 3. – С.905-916.

23. Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть I. Тенденции экономического развития Российской Арктики: монография / С.А. Агарков [и др.] ; под ред. С.А. Агаркова. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2019. - 170 с.

24. Горная промышленность в Арктике в контексте обеспечения устойчивого развития местных сообществ / В.А. Маслобоев [и др.] // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2015. - № 4 (23).- С. 82-89.

25. Горная энциклопедия. В 5 томах. / под ред. Е.А. Козловского. – М. : Советская энциклопедия, 1985. – 575 с.

26. ГОСТ Р 54869-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. – М. : Стандартиформ, 2012. - 12 с.

27. Гофман, К.Г. Экономический механизм природопользования в условиях перехода к рыночной экономике / К.Г. Гофман // Экономика и математические методы. - 1991. – Т. 27, вып. 2. – С. 315-321.

28. Джурабаева, Г.К. Методология оценки инвестиционной привлекательности промышленного предприятия Известия ИГЭА: электронное издание. 17.04.08. [Электронный ресурс] / Г.К. Джурабаева. – 2008. - Режим доступа: <http://izvestia.isea.ru/reader/article.asp?id=4362/> .

29. Дружина, В. Крупные проекты: ключевые факторы успеха. «Вестник McKinsey» 2013. – № 28. [Электронный ресурс] / В. Дружинина, Г. Кивиже. –

2013. - Режим доступа :<http://vestnikmckinsey/transport-infrastructure-and-logistics/krupnyhe-proektyh-klyuchevyhe-factoryh-uspekha>.
30. Жаров В.С. Инвестиционно-инновационный анализ как новое направление экономического анализа // Вопросы устойчивого развития общества. 2020- № 1. С. 20-23.
31. Жаров В.С. Индикаторы инновационного развития промышленности регионов// Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019 Материалы двенадцатой международной конференции Научное электронное издание. // ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. -2019-. С. 791-793.
32. Жаров, В.С. Инвестиционно-инновационный анализ деятельности производственных систем / В.С. Жаров // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. - 2018. - Т.11. - №6 - С. 142-152.
33. Закон РФ «О недрах» от 21 февраля 1992 г. № 2395-І в редакции от 23 июля 2013 г. Консультант Плюс [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc/.
34. Захарчук Е. А. Источники формирования добавленной стоимости муниципальных образований Мурманской области / Е.А. Захарчук, А.Ф. Пасынков, П.С. Трифонова, В.М. Лопатин // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/6013/>
35. Игони́на, Л.Л. Инвестиции : учебник, - 2-е изд., перераб. и доп. / Л.Л. Игони́на. - М.: Магистр, 2010. – 749 с.
36. Информационный портал Investing [Электронный ресурс]. Режим доступа :
37. Капутин, Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика : монография / Ю.Е. Капутин. - СПб. : Недра, 2002. – 423 с.
38. Карлик, А.Е. Управление промышленным развитием Северо-Запада России: анализ состояния и пути совершенствования / А.Е. Карлик, В.Е. Рохчин, Ю.И. Новиков // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского гос. политех. университета. - 2012. - №2 - 2(144) – С. 43-48.

39. Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция. World Economic Forum. 2016 [Электронный ресурс] / Шваб Клаус. 2016. – Режим доступа : https://www.litres.ru/pages/view_quote/?id=511f26680b1048f7ac211252d23f5b48.
40. Коган, И.Д. Подсчет запасов и геолого-промышленная оценка рудных месторождений : монография / И.Д. Коган. – М. : Недра, 1971. – 314 с.
41. Козлов, Н. Е. Состояние и перспективы минерально-сырьевого комплекса Мурманской области / Н.Е. Козлов, Д.В. Жиров // Аналитический вестник Совета Федерации Федерального Собрания РФ. - 2018. - № 20(709). - С. 75–82.
42. Козловский, Е.А. Россия: минерально-сырьевая политика и национальная безопасность : монография / Е.А. Козловский. - М. : Издательство Московского государственного Горного университета, 2002. - 848 с.
43. Козьменко, С.Ю. Перспективы социально-экономического освоения регионального пространства Арктики / С.Ю. Козьменко, А.Н. Савельев // Экономика и предпринимательство. – 2012. - № 3 (26).- С. 30-33.
44. Косовцева, Т.Р. Управление ценностью горной компании при реализации стратегических инвестиционных проектов / Т.Р. Косовцева, Т.В. Пономаренко // Записки Горного института. - 2014. – Том 208. – С. 124-131.
45. Костылев, А.О. Совершенствование методов экономической оценки нефтегазовых ресурсов с учетом факторов неопределенности: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / Костылев Андрей Олегович. - Новосибирск, 2016. - 143 с.
46. Костюченко, С. Л. Стратегия освоения минеральных ресурсов российской Арктики / С.Л. Костюченко // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2017. - № 1. - С. 3- 12.
47. Ларичкин, Ф.Д. Модернизация учета и управления затратами при комплексном использовании минерального сырья: монография / Ф.Д. Ларичкин, А.Г. Воробьев, Ц. Вутов. - М. : Издательский дом «Руда и металлы», 2014. – 178 с.
48. Ларичкин, Ф.Д. Теория и практика стоимостной оценки полезных компонентов в минеральном сырье и продуктах его комплексной переработки : монография / Ф.Д. Ларичкин. - М. : НИ НАЭН, 2008. – 88 с.

49. Леонтьева М.К. Оценка социально экономического эффекта проектов на арктическом шлейфе и их экологические последствия Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста / М. К. Леонтьева, Д.Ю. Игнатова, Е.А. Ткаченко, Е.Н. Ветрова // Труды 5-ой Международной научной конференции. 2019. С. 600-605.
50. Липсиц, И.В. Инвестиционный проект : монография / И.В. Липсиц, В.В. Коссов. - М. : изд-во “Бек”, 2002. – 230 с.
51. Лукичев С.В. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса Мурманской области / С.В. Лукичев, Д.В. Жиров, О.Е. Чуркин // Изв. Вузов, Горный журнал. - 2019 - №6.- С. 19-24.
52. Лукичев, С.В. Сравнение методов формирования экономической модели месторождения при определении границ карьера / С.В. Лукичев С.В., А.Л. Билин, Д.А. Торопов // Вестник МГТУ. - 2016. – Т. 19, № 1/1. – С. 5-12.
53. Международные стандарты оценки. 2011: Комитет по международным стандартам оценки (International Valuation Standards Council) пер. с англ. М. : Рос. общество оценщиков, 2013. – 77 с.
54. Мельников Н.Н. Оценка стоимости запасов и эффективности использования техногенных месторождений./ Н.Н. Мельников, В.М. Бусырев, О.Е. Чуркин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).- №8, 2018, С. 200- 207.
55. Мельников, Н.Н. Перспективы освоения уникальных месторождений стратегического сырья Кольского полуострова / Н.Н. Мельников, А.И. Калашник, О.Е. Чуркин // Минералогия, петрология и полезные ископаемые Кольского региона. Апатиты : Изд. К&М. - 2011. – С.187-189.
56. Мельников, Н.Н. Роль Арктики в инновационном развитии экономики России / Н.Н. Мельников // Известия вузов. Горный Журнал.– 2015.-№ 7.-С.23 -27.
57. Методика геолого-экономической переоценки запасов месторождений твёрдых полезных ископаемых (по укрупнённым показателям).- М.: изд. ВИЭМС, 1996.- 33 с.

58. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Минэкономики РФ, Минфин РФ, ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике. / В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. - М. : ОАО НПО Изд-во «Экономика-2000», 2000. - 421 с.
59. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. – М. : ГКЗ, 2007 – 49 с.
60. Минеева, А.С. Экономическая оценка организационно- технических мероприятий по повышению энергоэффективности горнодобывающих компаний: дис. канд. экон. наук : 08.00.05 / Минеева Анна Сергеевна. - Санкт-Петербург, 2017. - 168 с.
61. Моррис, П.У.Г. Управление проектами : монография / П.У.Г. Моррис, Д. И. Клилэнд, Р. А. Лундин; под ред. Дж. К. Пинто,– СПб. : изд. Питер, 2004. - 463 с.
62. Моссаковский, Я. В. Экономическая оценка инвестиций в горной промышленности: учебник для вузов / Я.В. Моссаковский. - М. : Изд-во МГГУ, 2004. - 323 с.
63. Наговицын, О.В. Горно-геологические информационные системы - история развития и современное состояние: монография / О.В. Наговицын, С.В. Лукичев. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2016. – 196 с.
64. Николаенко А.В. Учет налогов и платежей за пользование природными ресурсами. Налогообложение и учет расчетов с бюджетом : учебник / А.В. Николаенко. – СПб.: изд. Гос. экономического университета, 2015. – 351 с.
65. О методических подходах к технико-экономической оценке перспективности освоения месторождений твердых полезных ископаемых Арктики / Н.Н. Мельников [и др.] // 17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2017. – С. 549 -554.
66. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах : государственный доклад. – М. : изд. ООО «Минерал-Инфо», 2018. – 372 с.

67. Общая характеристика проблемы и перспектив комплексного использования апатито-нефелиновых руд / Ф.Д. Ларичкин [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. - 2017. - №5. - С. 154 - 167.
68. Организационно-экономический механизм стратегического управления конкурентоспособностью интегрированных горных компаний / Ф.Д. Ларичкин [и др.] // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2012.- №3(10) - С. 28-33.
69. Официальный сайт исследовательской группы «Инфомайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.infomine.ru>.
70. Переоценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Мурманской области по состоянию 01.01.1998г.: отчет о НИР в 4-х кн. / Решетняк С.П. – Апатиты: Горный институт КНЦ РАН, 2003. – 580 с.
71. Плакиткин Ю.А. Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации» – возможности и перспективы в угольной промышленности / Ю.А. Плакиткин., Л.С. Плакиткина // Горная Промышленность.- 2018.- №1 (137).- С .22–28
72. Покровский, А. К. Риск-менеджмент на предприятиях промышленности и транспорта : учебное пособие / А. К. Покровский. - М. : КНОРУС, 2011. - 160 с.
73. Пономаренко Т.В. Анализ проблем реализации горных стратегических инвестиционных проектов в современных Российский условиях / Т.В. Пономаренко, Е.А. Хан-Цай // Управление Экономическими системами. - 2016. - № 6. - С. 80-88.
74. Пономаренко Т.В. Методология стратегической оценки конкурентоспособности горных компаний : методическое пособие / Т.В. Пономаренко. – СПб.: СПбГГУ, - 2011. – 225 с.
75. Пономаренко, Т. В. Стратегическая оценка крупных инвестиционных проектов горных компаний / Т.В. Пономаренко // Записки Горного института. – 2011. – Том 194. – С. 301-307.
76. Попов, Э. В. Оценка готовности технологий. Интернет-журнал Aviaglobus. [Электронный ресурс] / Э. В. Попов – 2014. - Режим доступа : <https://aviaglobus.ru/2014/06/30/8346> .

77. Приказ Минприроды от 04.09.2018 N 413 "Об утверждении официальной статистической Методологии оценки запасов полезных ископаемых в натуральном и стоимостном измерениях и их изменений за год". КонсультантПлюс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
78. Приказ Минэкономразвития России от 20.05.2015 N 297 "Об утверждении Федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО N 1)» // Консультант Плюс [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180064/.
79. Пучков, Л. А. Прогноз минерально-энергетического потребления при бескризисном развитии экономики / Л.А. Пучков // Горный журнал. - 2014. - № 7. - С. 45–48.
80. Развитие арктической системы коммуникаций как фактор обеспечения гарантированного доступа к стратегическим ресурсам / В.Ф. Богачев [и др.] // Управленческие науки. – 2018. - Т. 8, № 3. - С. 6-19.
81. Развитие мировой фосфатно-сырьевой базы. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomichesk/545-razvitie-mirovoj-fosfatno-syrevoj-bazy>.
82. Ресурсный потенциал редких и редкоземельных металлов: анализ состояния и обоснование необходимости переоценки на основе современных методических подходов / Л.И. Гончарова Л.И. [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. - 2016. - № 3 (50). - С. 147-154.
83. Риски для горнодобывающих предприятий в условиях санкций против России. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.sogra.ru/news/riski-dlya>.
84. Рудный потенциал твердых полезных ископаемых Арктической зоны РФ / Г.А. Машковец [и др.] // Разведка и охрана недр. - 2016. - №3.- С.3-12.
85. Руководство Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. Совместная публикация ОЭСР и Евростата / Перевод "Центра исследований и статистики науки" (ЦИСН). – М. : изд. ЦИСН, 2010. - 107 с.

86. Руководство по оценке эффективности инвестиций, перевод с английского / В. Беренс, П.М. Хавранек // “Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies” - UNIDO, М. : изд. Интерэксперт, 2009.
87. Рыльников, А.Г. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли: технические решения и технологические вызовы / А.Г. Рыльников, И.А. Пыталев // Известия ТулГУ. Науки о Земле Вып. №1 - 2020. - С. 470-481.
88. Семенов В.П. Современные проблемы оценки финансового состояния предприятия Современные проблемы менеджмента/ В.П. Семенов, М.Ю. Малышева // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сборник научных трудов. 2019. С. 102-105.
89. Сергеев, И. Б. Развитие стратегических конкурентных преимуществ горных компаний: институционально-теоретический аспект / И. Б. Сергеев, Т. В. Пономаренко // Проблемы современной экономики. - 2011. – № 2. – С. 104-108.
90. Силаева В.В. Устойчивое развитие организации через создание интегрированных систем менеджмента на основе международных моделей и стандартов / В.В. Силаева, В.П. Семенов // Качество. Инновации. Образование. 2019. № 5 (163). С. 27-32.
91. Состояние и основные направления развития МСБ твердых полезных ископаемых на территории Северо-Западного ФО / Е.И. Малютин [и др.] // Разведка и охрана недр. - 2016. - № 9.- С. 5–9.
92. Социально-экономическое положение Мурманской области в январе – сентябре 2018 года: доклад Федеральная служба государственной статистики. – Мурманск, 2018 / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://murmanskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/murmanskstat/resources/77d91180488630718bf5dbf7eaa5adf2/01031_2018_09.pdf .
93. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр: монография / М.И. Агошков [и др.]. – М. : Недра, 1974. - 312 с.

94. Техногенное минеральное сырье регионов недропользования: природа, состав и перспективы рационального использования / С.К. Мустафин [и др.] // Наука и образование. - 2017. - № 4. – С. 7-14.
95. Трубецкой, К.Н. Основы создания и этапы реализации роботизированных технологий открытых горных работ / К.Н Трубецкой, Д.А. Клебанов С.В. Ясюченя // Горный журнал. Издательский дом "Руда и металлы" (Москва) 2013. № 10. С. 67-72.
96. Ускова, Т.В., О роли инвестиций в социально-экономическом развитии территорий / Т.В. Ускова, Е.Д. Разгулина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. №2(38). С.72-89
97. Фадеев, А.М. Оценка приоритетности разработки месторождений российской Арктики как инструмент эффективного природопользования в современных макроэкономических условиях / А.М. Фадеев [и др.] // Энергетическая политика. - 2018.- № 4.- С.- 34-47.
98. Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ ст. 1 "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений". [Электронный ресурс] СПС консультант плюс. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> .
99. Федосеев С.В. Научно-технический потенциал в составе совокупного экономического потенциала / С.В. Федосеев, О.С. Тумар // Записки Горного института. – 2011. – Том 191. – С. 309-315.
100. Федосеев С.В. Особенности принятия управленческих решений при реализации национальных интересов в Арктической зоне РФ / С.В. Федосеев, А.Б. Тесля, С.А. Агарков // Управление инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации. Сборник трудов конференции. – 2017. – С. 9-12.
101. Федосеев С.В. Оценка совокупного стратегического потенциала базовых отраслей промышленности арктической зоны хозяйствования России / С.В. Федосеев, А.Е. Череповицын // Вестник Мурманского государственного технического университета. - 2014.- Т.17.- № 3 - С. 598 - 605.

102. Филимонова И.В. Развитие теоретико-методических основ геолого-экономической оценки ресурсов углеводородов на примере Восточной Сибири и Дальнего Востока: дис. ... д-ра экон. наук 08.00.05 / Филимонова Ирина Викторовна Новосибирск. - 2015. – 269 с.
103. Цифровая Россия: новая реальность. 2017/ Режим доступа: <http://www.mckinsey.com/global-locations/europe-and-middle-east/Russia/ru/our-work/McKinney-digital/>
104. Цифровые технологии инженерного обеспечения горных работ – первый шаг к созданию «умного» добычного производства / С.В. Лукичев [и др.] // Горный журнал. - 2018. - №7. - с. 86-90.
105. Цифровизация угля и металла/ Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4103010/>
106. Череповицын А.Е. Экономическая оценка проектов CCS-EOR на примере месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа / А.Е. Череповицын, П.С. Цветков // Север и рынок: формирование экономического порядка. - 2018. - №5 (61). -С. 62-71.
107. Чернов С.С. Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами: монография / С.С. Чернов. – Новосибирск : изд. ЦРНС, 2015 – 216 с.
108. Чиряева Н. Г. Эффективность комплексного освоения природных ресурсов: Методы оценки : монография / Н.Г. Чиряева. – Новосибирск : наука, 1989. – 168 с.
109. Чуркин О.Е. База данных перспективных минеральных ресурсов Мурманской области как основа цифровой платформы для оценки инвестиционной привлекательности их освоения / О.Е. Чуркин, А.А. Гилярова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) 2019. - №37 - С. 300-308
110. Чуркин О.Е. Особенности алгоритмизации геолого-экономической оценки перспективных месторождений стратегического сырья Кольского полуострова / О.Е. Чуркин, А.А. Гилярова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2017.- № S23. - С. 245-254.

111. Шумилкин М.В. Геолого-экономические основы горного бизнеса / М.В. Шумилкин // Минеральное сырье. - №3. М. Изд. ВИМС, 1998, 168 с.
112. A decision support approach to value flexibility considering uncertainty and future information. / A.C.A. Abreu, R. Booth. M. Prange, W.L. Bailey, A. Bertolini, G. Teixeira // J. Pet. Sci. Eng. – 2018. - №167. – P. 88–99.
113. A. Osterwalder, Y. Pigneur. Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers- 2010 July- P.288
114. Arndt N. Metals and Society: an Introduction to Economic Geology. 2nd ed. / N. Arndt, S. Kesler, C. Ganino. – Cham : Springer, 2015. – 160 p.
115. Arndt N. T. Future Global Mineral Resources / N.T. Arndt, L. Fontboté, J.W. Hedenquist, S.E. Kesler, J.F.H. Thompson, D.G. Wood // Geochemical Perspective. - 2017. - Vol. 6. - No. 1. – 171p.
116. Badiru A.B. Industrial projects management. Concept, tools and techniques / A.B. Badiru, S.O. Osisanya // Taylor and Francis Group an informa business – 2007. – 322 p.
117. Calas G. Mineral Resources and Sustainable Development / G. Calas // Elements, 2017. -Vol. 13. -No. 5. - P. 301–306.
118. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset, 2nd ed. / A. Damodaran. – England: Wiley, 2002.
119. Digital @ Scale: настольная книга по цифровизации бизнеса. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/ru/our-insights/digital-at-scale-the-playbook-you-need-to-transform-your-company/>
120. Goodwin N.R. Five kinds of capital: Useful concepts for sustainable development Medford, MA: Tufts University [Электронный ресурс] / N. R. Goodwin. – 2003. – 14 с. Режим доступа : <https://ideas.repec.org/p/dae/daepap/03-07.html>
121. Graingera C. A Capitalizing property rights insecurity in natural resource assets / C.A. Graingera, C.J. Costello // Journal of Environmental Economics and Management. – 2014. - Vol. 67-.№ 2. – pp. 224–240.
122. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects [Электронный ресурс] // European Commission. – December 2014. Режим доступа: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.

123. Henry Chesbrough Business Model Innovation: Opportunities and Barriers //Long Range Planning 43 -2010- p. 354363
124. Hill J.H. Geological and Economical estimate o mining projects. London. 1993
125. Hodler R. Do Natural Resource Revenues Hinder Financial Development / R. Hodler, S. Bhattacharyya // The Role of Political Institutions, World Development. – 2014. - Vol. 57. – P. 101-113.
126. Johnston D.J. Economic methods / J.D. Johnston – 1980. – 444 p.
127. Kaiser M.J. Haynesville shale play economic analysis. / M.J. Kaiser // J. Pet. Sci. Eng. – 2012. – P. 75–89.
128. Management for sustainability in companies of the mining sector: an analysis of the main factors related with the business performance. / C.M. Gomes [and etc.] // Journal of Cleaner Production. - 2014. – Vol. 84. – pp. 84-93.
129. Manual for Evaluation of Industrial Projects. – United Nations Industrial Development Organization, Vienna, 1986 — 151 p.
130. Mineral commodity summaries 2018. U.S. Geological Survey, 2018, - 200 p.
131. Notholt A.J.G. Phosphate deposits of the world / A.J.G. Notholt, R.P. Sheldon, D.F. Davidson. - Phosphate rock resources Cambridge University press., 2014. –Vol.2
132. Pike R. The Relevance of Social License to Operate to Mining Companies [Электронный ресурс] / R. Pike – 2012. Режим доступа: <https://learningforsustainability.net/social-license/>.
133. Saleem H. A. Mineral supply for sustainable development requires resource governance / H.A. Saleem // Nature. - 2017. -Vol. 543. No. -7645. P. - 367–372.
134. Simon Marklund. The comparison of automatic and manual loading in an underground mining environment / Simon Marklund // - Luleå University of Technology Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering. - Sweden, 2017. – 70 p.
135. Stephen M. Phosphate rock. Advance release / M. Stephen. - Minerals Yearbook.- 2015.

136. Use of Phosphorus. Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of regions. European Consultative. European Commission. Brussels, 8.7.2013 COM (2013) - P. 19.