

На правах рукописи



АБРАШИТОВ Андрей Юрьевич

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(экономика промышленности)*

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Апатиты – 2025

Работа выполнена в ФГБУН Федеральном исследовательском центре
«Кольский научный центр РАН»

Научный руководитель:

Жаров Владимир Сергеевич

доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Толстых Татьяна Олеговна

доктор экономических наук, профессор, ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС», профессор кафедры промышленного менеджмента

Невская Марина Анатольевна

кандидат экономических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы
Екатерины II», доцент кафедры экономики и управления

Ведущая организация:

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический
университет»**

Защита диссертации состоится «19» июня 2025 г. в 9.30 часов
на заседании диссертационного совета 24.1.226.02 в ФИЦ «Кольский
научный центр РАН» по адресу: 184209, Мурманская обл., г. Апатиты,
ул. Ферсмана, 14.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке
и на официальном сайте Института экономических проблем
им. Г.П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр РАН» по адресу:

184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24-а,
<http://www.iер.kolasc.net.ru>.

Сведения о защите и автореферат диссертации размещены на
официальном сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ:
<https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2025 г.

Учёный секретарь

диссертационного совета 24.1.226.02

кандидат экономических наук, доцент

Ульченко

М.В. Ульченко

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Технологическая модернизация на промышленных предприятиях позволяет осуществлять развитие современных производств с высоким уровнем конкурентоспособности. Основными задачами технологической модернизации выступают освоение новых видов оборудования и приборов, внедрение передовых технологических систем, включая широкое использование автоматизированных и информационных средств. Модернизация производства также решает всегда актуальные задачи, направленные на повышение операционной эффективности и результативности систем управления на предприятиях.

Программы модернизации в горнодобывающем секторе направлены на поддержание поступательного экономического развития для обеспечения устойчивости производства в рамках высокой волатильности рынков минерального сырья и постоянного развития научно-технического прогресса, который, как правило, связан с ухудшением горно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых.

Необходимо отметить, что предприятия горной промышленности имеют дополнительные специфические риски, связанные с высокой неопределенностью геологоразведочных работ, неоднородностью горнотехнических условий и их изменениями в связи с переходом на более глубокие горизонты отработки запасов. В связи с вышеуказанными обстоятельствами растут инвестиционные риски, а также риски социального характера, при этом модернизация производства способствует решению возникающих субъективных и объективных проблем горнодобывающего производства.

Использование автоматизированных решений и цифровых технологий горнодобывающими предприятиями также вписывается в парадигму технологической модернизации, поскольку в рамках таких процессов совершенствуются производственные процессы и происходят качественные изменения.

Эффективность конкретных проектов и программ модернизации требует расширения методических подходов к ее оценке. При оценке экономической эффективности мероприятий технологической модернизации должны отражаться особенности горнопромышленного комплекса. В рамках определения экономической эффективности программ модернизации целесообразно учитывать технологическую специфику, вопросы развития промышленной инфраструктуры, социально-экологические параметры, достигнутые в рамках проектов технологической модернизации.

Потенциал технологической модернизации позволяет понимать руководству компании свои возможности по направлениям глубокого или точечного совершенствования производственных линий и организации процессов.

В процессе оценки потенциала технологической модернизации важно идентифицировать внутренние и внешние факторы, определить возможности эффективной адаптации к их влиянию и осуществлять управление ими в той степени, которая позволит обеспечить необходимые условия для осуществления комплекса перманентных мероприятий в рамках технологической модернизации производства, способных повысить экономическую устойчивость и конкурентные позиции горного предприятия.

Вышеизложенные аспекты позволяют говорить об актуальности темы диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими и методическими подходами для решения научных задач в области экономических аспектов технологической модернизации, включая изучение проблем модернизации на горных предприятиях, занимались следующие ученые: М.Р. Галияхметова, Д.М. Дмитриева, Ю.А. Дорошенко, В.С. Жаров, В.В. Ивантер, Г.Б. Клейнер, В.А. Крюков, А.А. Лапинская, Л.А. Мочалова, А.В. Мясков, З.М. Назарова, И.В. Петров, Д.О. Скобелев, С.В. Федосеев, А.Е. Череповицын.

Вопросы экономической оценки инвестиционных проектов в промышленности, включая горнодобывающую отрасль, исследовали: Г.Ю. Боярко, С.Г. Галевский, В.И. Голик, А.В. Душин, В.Е. Кантор, А.Е. Карлик, Ф.Д. Ларичкин, Н.Я. Лобанов, Е.А. Марин, М.А. Невская, Н.В. Пашкевич, В.А. Плотников, Т.В. Пономаренко, С.М. Попов, И.Б. Сергеев, М.М. Хайкин.

Изучением проблем экономического потенциала технико-технологических преобразований в промышленности занимались: И.В. Буренина, А.В. Белошицкий, А.Э. Вайно, Л.А. Гамидуллаева, Ю.В. Мелешко, И.А. Садчиков, Т.О. Толстых, А.М. Фадеев, Н.В. Шмелева.

Существует обширное количество исследований в области экономических проблем осуществления технологической модернизации и подходов к экономической оценке эффективности инвестиционных проектов, связанных с модернизацией горного производства. Однако в современных условиях необходимо более детально исследовать вопросы повышения точности экономической оценки с учетом различных рискообразующих факторов, способствующих или препятствующих реализации проектов технологической модернизации. Кроме того, проблемы реализации и наращивания экономического и управленческого потенциалов компании, способных осуществлять комплекс мероприятий по модернизации в упорядоченной последовательности, постоянно обеспечивая при этом поступательное экономическое развитие, практически не исследовались.

Цель диссертационного исследования заключается в решении научной задачи по развитию концептуальных и методических подходов к оценке эффективности технологической модернизации на горнодобывающем предприятии и определения ее потенциала.

Поставленная цель научного исследования предполагает решение определённого перечня **научных задач**:

- определить принципы, соблюдение которых способствует реализации мероприятий технологической модернизации на горнопромышленном предприятии, и определить алгоритм проведения модернизации и его потенциальные эффекты;

- обосновать типологию дескриптивных моделей технологической модернизации для экономических условий и организационно-технологических особенностей производственно-хозяйственной деятельности горнодобывающих предприятий;

- выявить преимущества технологической модернизации на горнодобывающем производстве и доказать объективную необходимость использования цифровых технологий и автоматизированных систем;

- разработать систему факторов влияния прямого и косвенного воздействия, актуальных для горнодобывающего предприятия и способных оценить потенциал технологической модернизации;

- обосновать целесообразность использования бинарного подхода при оценке экономической эффективности инвестиционного проекта технологической модернизации с учетом факторов риска;

- выполнить оценку потенциала технологической модернизации горнодобывающего предприятия в организационно-экономическом и управленческом аспектах.

Объектом исследования являются компании горнопромышленного комплекса, занимающиеся добычей сырья для производства минеральных удобрений.

Предметом исследования являются экономические и управленческие отношения, возникающие при определении эффективности технологической модернизации и ее потенциала.

Исследование выполнено в соответствии с шифром научной специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности), пункт 2.2. Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности.

Информационную базу исследования составили данные из открытых информационных источников, включая научные статьи и монографии, действующих нормативных и правовых актов, стратегических документов по развитию промышленности, включая стратегии и планы горнодобывающих компаний. Источником фактографических исходных данных послужили сведения, опубликованные на официальных сайтах горнодобывающих компаний, в том числе производителей минеральных удобрений.

Теоретической и методологической основой диссертационной работы являются фундаментальные труды зарубежных и отечественных ученых в сферах, относящихся к теме диссертационного исследования, такие как вопросы модернизации промышленных систем и оценки эффективности инвестиционных проектов, связанных с организационными и

технологическими преобразованиями на горнодобывающих предприятиях. Кроме того, базой исследования служат концептуальные и методические подходы к оценке потенциала промышленного производства и повышения операционной эффективности. С целью эффективного достижения поставленных научных задач применялись методы сравнительного, стратегического и технико-экономического анализа, прогнозирования и экономико-математического моделирования денежных потоков, также использовались экспертные методы оценки.

Результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Предложены ключевые принципы технологической модернизации в контексте оценки ее эффективности, с обоснованием необходимости использования определенной последовательности оценки экономической эффективности программ или проектов модернизации горнопромышленного предприятия, которая включает этапы первичного анализа, аналитической обработки информации, определение ключевых эффектов;

2. Разработана типология дескриптивных моделей технологической модернизации, в рамках которой выделены оптимизационная, адаптивная, поддерживающая и прогрессивная модели с выделением критериев, идентифицирующих различие моделей, таких как: возможные стратегии, целевые задачи модернизации, организационный подход к управлению, технико-технологическая направленность, инновационный фактор, аспекты, связанные с оценкой эффективности;

3. Выявлены особенности технологической модернизации на горнодобывающем производстве с обоснованием важности цифровизации и автоматизации, которые способствуют увеличению скорости принятия управленческих решений, обеспечивают рост производительности труда и оборудования, снижают себестоимость конечной продукции и повышают операционную эффективность производственных систем в целом;

4. Предложены факторы внешнего и внутреннего влияния, прямого и косвенного воздействия, целесообразные для оценки потенциала модернизации горнодобывающего предприятия, с детализацией факторов функциональной направленности, сдерживающих или способствующих развитию программ или проектов технологической модернизации с обоснованием необходимости использования методов экспертной оценки;

5. Определены риски, влияющие на осуществление проектов технологической модернизации, среди которых целесообразно выделить риски, отражающие особенности горного производства. Выделены риски, которые могут влиять на определение рискованной премии ставки дисконтирования, что обосновывает, в том числе целесообразность использования бинарного и реверсированного подхода при оценке экономической эффективности инвестиционного проекта технологической модернизации, предполагающего применение разных ставок дисконтирования, в том числе для положительных и отрицательных денежных потоков;

6. На основе разработанного алгоритма оценивания потенциала модернизации и предложенной системы факторов влияния на ее осуществление выполнена оценка уровня потенциала технологической модернизации горнодобывающего предприятия – объекта исследования, с обоснованием универсальности данного методического подхода для других компаний горнодобывающего комплекса.

Теоретическая значимость диссертационной работы отражает разработанную типологию концептуальных моделей технологической модернизации, которые учитывают ее интенсивность и глубину преобразований. Уточнены принципы модернизации в современных экономических условиях и концептуальные подходы к определению эффектов технологической модернизации. Предложена система факторов влияния, способная оценивать потенциал технологической модернизации горнодобывающего предприятия, которую можно рассматривать как универсальный подход для изучения и оценки потенциала других предприятий горнопромышленного комплекса.

Практическая значимость работы. В рамках исследования предложено использовать бинарный и реверсированный подход при экономической оценке инвестиционных проектов, который позволяет более корректно учитывать эффект дисконтирования и особенности ценообразования на минеральное сырьё, что приведет к более обоснованному принятию управленческого решения при осуществлении технологической модернизации на горнодобывающем производстве. Экономическая оценка выполнена на примере предприятия Кировский филиал АО «Апатит».

Предлагаемый методический подход к оценке потенциала технологической модернизации способен не только оценивать возможности сбалансированного экономического развития отдельных предприятий, но и проводить сравнительный анализ горнодобывающих подразделений в рамках холдинга. Также данный методический подход дает возможность определить вероятность перехода предприятий к реализации более интенсивного комплекса мероприятий технологической модернизации.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов, содержащихся в диссертационной работе, обеспечивается применением комплекса современных методов исследования, сбора и подготовки информации, анализа значительного количества исследовательских работ, научной и методической литературы, отчетов компаний-производителей минеральных удобрений, подтверждается публикациями в рецензируемых журналах, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией (ВАК). Основные результаты исследований были представлены на научно-практических конференциях: XI Международная научно-практическая конференция «Север и рынок в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения–2022», Апатиты, 22–23 сентября 2022 г.; VI Международная научная конференция «Актуальные проблемы менеджмента, экономики и экономической безопасности», Костанай

(Казахстан), 11–12 ноября 2024 г.; VII Международная научная конференция по междисциплинарным исследованиям (SDE-IR IV 2024), Екатеринбург, 17 декабря 2024 г.

Основные результаты и выводы исследования были представлены в администрации Кировского филиала АО «Апатит», отдельные результаты нашли свое применение в учебном процессе при подготовке образовательных программ по экономическим дисциплинам Мурманского арктического университета.

Практические рекомендации использованы в Кировском филиале АО «Апатит» при экономической оценке программ и проектов модернизации горнодобывающего производства и учете факторов риска в рамках реализации инвестиционных проектов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в т.ч. в изданиях, рекомендуемых ВАК, – 5 статей.

Объем. Диссертация состоит из введения, 3 глав и заключения общим объемом 203 страницы, содержит 18 таблиц, 34 рисунка, 2 приложения. Список литературы включает 216 наименований.

Во введении диссертации обоснована актуальность и степень разработанности темы диссертационного исследования, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования. Обозначены методологическая основа и информационная база исследования, а также представлены научные результаты, достигнутые лично соискателем. Приведена апробация полученных результатов, и кратко описана структура диссертационной работы.

В главе 1 «Теоретико-методологические основы обеспечения эффективности модернизации горнодобывающего производства» рассмотрена технологическая модернизация как основа, способствующая повышению экономической эффективности и конкурентоспособности. Выполнен обзор зарубежного опыта технологической модернизации горнодобывающего производства. Исследованы проблемы оценки эффективности в рамках различных моделей технологической модернизации горнодобывающего производства.

В главе 2 «Анализ уровня технологической модернизации горнопромышленного производства в отрасли минеральных удобрений» рассмотрены и обобщены современное состояние и проблемы экономического развития компаний-производителей минеральных удобрений. Проведена оценка уровня технологического развития горнодобывающих предприятий на примере Кировского филиала АО «Апатит». Выполнена систематизация закономерностей и факторов, способствующих развитию потенциала технологической модернизации.

В главе 3 «Перспективы экономического развития предприятия горнодобывающего комплекса на основе модернизации производства» представлены методические подходы к оценке экономической эффективности процесса технологической модернизации. Определена экономическая эффективность технологической модернизации горнодобывающего

производства. Выполнена оценка потенциала технологической модернизации горнодобывающей компании.

В заключении представлены основные выводы научного исследования.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Предложены ключевые принципы технологической модернизации в контексте оценки ее эффективности, с обоснованием необходимости использования определенной последовательности оценки экономической эффективности программ или проектов модернизации горнопромышленного предприятия, которая включает этапы первичного анализа, аналитической обработки информации, определение ключевых эффектов.

Оценка экономической эффективности программ или проектов модернизации может проводиться на основе классических показателей. Однако в каждом конкретном случае необходимо учитывать факторы внешнего и внутреннего воздействия на промышленное предприятие, которые позволят скорректировать способы и глубину технико-технологических преобразований производства.

Ключевые принципы модернизации, характерные для горнодобывающих предприятий, в контексте оценки ее эффективности представлены ниже:

- **целеориентированность** – данный принцип понимается как формулировка непротиворечивых целей и задач, с учетом уникальности технологических решений горного предприятия, которые могут быть количественно измерены;

- **релевантность показателей** – выбор показателей, соответствующих целям и четко отражающих оценку результатов модернизации производства;

- **комплексность** – это охват функционала, связанного с особенностями организационно-технологического развития горного предприятия, а также обязательный учет экономических, социальных и природоохранных аспектов в контексте рационального недропользования;

- **динамичность ресурсного развития** – достижение результатов в повышении эффективности использования ресурсов и снижении себестоимости производства в части использования вспомогательных материалов, энергии и топлива;

- **прозрачность технико-экономического результата** – способность определить долю вклада каждого проекта технологической модернизации (например, проекты по внедрению автоматизированной системы диспетчеризации в пределах подземного рудника) в повышение общей экономической эффективности производственно-хозяйственной деятельности горного предприятия;

- **необратимость процессов** – невысокая вариативность возможностей возвращения производственной системы в исходное состояние, в этом случае риски и объем инвестиций для отказа от инвестиционного проекта

неоправданно высоки.

В диссертации предложена определенная последовательность проведения оценки эффективности программ или проектов модернизации. *Первичный анализ* производственной системы связан с использованием различных общенаучных методов, позволяющих обобщить информацию о применяемых доступных и перспективных технологиях в аналогичных отраслях и производствах с детализацией достигнутых результатов программ и проектов модернизации. *Аналитическая обработка* информации позволяет выявить потенциал технологической модернизации на конкретном горнодобывающем предприятии, корреляционные зависимости факторов на реализуемость мероприятий модернизации, а также предложить релевантный набор показателей, способных оценить как эффективность проектов технологической модернизации, так и потенциал компании для их реализации. При *экономической оценке эффективности проектов модернизации* целесообразно использовать моделирование дисконтированных денежных потоков с различными подходами к учету рисков внутри одного проекта, а также применять экспертные методы для оценки нетривиальных событий и факторов, оказывающих влияние на технологические изменения.

2. Разработана типология дескриптивных моделей технологической модернизации, в рамках которой выделены оптимизационная, адаптивная, поддерживающая и прогрессивная модели с выделением критериев, идентифицирующих различие моделей, таких как: возможные стратегии, целевые задачи модернизации, организационный подход к управлению, технико-технологическая направленность, инновационный фактор, аспекты, связанные с оценкой эффективности.

Возможные стратегии определяют общий вектор преобразований в горнопромышленной компании и тем самым задают модель глубины и кардинальности изменений технологического развития и требуемые ресурсы для реализации проектов модернизации.

Критерий целевых задач отражает важнейшие укрупненные, возможно, разовые конкретные направления развития по достижению целей модернизации в среднесрочном и долгосрочном периодах. Среди таких целевых задач могут быть, например, повышение экономической устойчивости горнодобывающего предприятия за счет технико-технологического фактора, развитие или создание новых технологических преимуществ, влияющих на конкурентоспособность предприятия, поддержание стабильности функционирования операционных систем горнопромышленного предприятия.

Вопросы модернизации непременно связаны с гибкостью и оперативностью принятия решений, что подчеркивает необходимость повышения эффективности функции организации в системе управления. Выстраивание эффективных организационных структур проектного и функционального характера будут способствовать повышению эффективности реализации проекта модернизации. Масштабное использование креативного потенциала человеческих ресурсов, вовлечение сотрудников в активный

процесс реализации проектов развивают рационализаторскую и инновационную деятельности.

Технологическая модернизация включает преобразования, направленные на обновление и замену оборудования, использование передовых цифровых систем, автоматизацию производства и др. Данный критерий идентифицирует различия моделей модернизации через технологический фокус. Ориентация на технологический уровень главных конкурентов, адаптация к базовым лучшим горнотехническим образцам или попытки создать новые высокотехнологичные решения – те различия моделей модернизации, которые могут быть в рамках данного критерия.

Модернизация может быть связана с инновационной активностью предприятия и его инновационным потенциалом. При этом инновационный потенциал можно оценить как способность и готовность горнодобывающей компании осуществлять новаторские и высоко рисковые технические, управленческие изменения в рамках развития операционных систем производства.

Значительное внимание в рамках технологической модернизации на современном этапе экономического развития горнодобывающих производств придается автоматизации и масштабному использованию цифровых технологий. Системные изменения с использованием цифровых технологий наиболее свойственны «прогрессивной» модели модернизации. Хотя и при других моделях отдельные элементы производственной системы могут развиваться с использованием цифровых и автоматизированных решений.

Подходы к оценке эффектов и эффективности проектов внедрения цифровых технологий в горнодобывающих компаниях разнообразны, и здесь не могут использоваться только классические методы экономической оценки инвестиционных проектов. Очень часто необходимо применять экспертные методы или бенчмаркинг, который направлен на сопоставление лучших достигнутых результатов при использовании, например, аналогичных цифровых технологий в других компаниях или подразделениях крупного холдинга.

При оценке экономической эффективности технологической модернизации горнодобывающих предприятий целесообразно выделять рыночную и организационно-технологическую специфику отрасли:

- нелинейность процесса технологического развития и скачкообразные во времени технологические изменения, происходящие в сфере добычи полезных ископаемых в связи с тенденциями рынка. Рост спроса на определённый вид минерального сырья может стимулировать технологическое развитие в части повышения степени извлечения того и или иного полезного компонента. Тем не менее невостребованность какого-либо вида сырья или его избыток на рынке не будет способствовать активному совершенствованию технологий извлечения;

- повышение значимости вопроса обеспечения промышленной

безопасности и усложнение горно-геологических условий, стимулирующих горнодобывающие предприятия к ускоренному внедрению автоматизированных и цифровых технологий;

– перманентные изменения, направленные на адаптацию структурно-функциональных свойств организационных моделей управления горнопромышленным предприятием в зависимости от этапа жизненного цикла месторождения, технологии или продукта, производимого из добываемого сырья.

Таким образом, *оптимизационная модель* направлена на поддержание и рост конкурентоспособности промышленной компании с одновременной оптимизацией эксплуатационных затрат. *Адаптивная модель* отражает сбалансированные подходы к экономическому и технологическому развитию. Выбирается пошаговое стратегическое развитие за счет использования уже существующих технологических достижений, ориентация на хорошо зарекомендованные используемые технологии. *Поддерживающая модель* используется в условиях дефицита ресурсов. Осуществляется комплекс незначительных мероприятий технологической модернизации производства по обеспечению ограниченного роста или поддержания объемов производства. При *прогрессивной модели* осуществляется ускоренное технологическое развитие с использованием передовых образцов техники, оборудования, инженерных решений. Реализуются задачи по обеспечению технологического лидерства в своей отрасли.

3. Выявлены особенности технологической модернизации на горнодобывающем производстве с обоснованием важности цифровизации и автоматизации, которые способствуют увеличению скорости принятия управленческих решений, обеспечивают рост производительности труда и оборудования, снижают себестоимость конечной продукции и повышают операционную эффективность производственных систем в целом.

В диссертации представлены особенности технологической модернизации горнодобывающего производства с учетом опыта реализации таких проектов на горнодобывающем предприятии – Кировский филиал АО «Апатит» (табл. 1).

На вышеуказанном предприятии внедрена автоматизированная система управления и контроля (АСУК) на основе позиционирования и диспетчеризации. Система позволяет определять местонахождение рабочих и осуществлять их поиск в действующих горных выработках в случае возникновения аварийной ситуации.

На базе автоматизированной системы позиционирования и связи для подземных горных работ и системы сбора данных о работе горной техники реализована бортовая система предупреждения столкновений и наезда.

В целом АСУК обеспечивает существенный рост операционной эффективности. Достигнуты конкретные эффекты по мероприятиям технологической модернизации в рамках создания АСУК:

– сокращается время простоев техники на 10–20 %;

- уменьшается удельный расход взрывчатых материалов до 10 %;
- увеличивается производительность техники при бурении до 20%;
- сокращается количество погрузочно-доставочных машин на 10 %;
- происходит экономия фонда оплаты труда машинистов на 10 %;
- снижаются потери добытой руды на 1–2 %.

Таблица 1

**Отличительные особенности технологической модернизации на
горнодобывающем предприятии**

Отличительные признаки	Направления и задачи технологической модернизации	Особенности добывающих производств
Глубина модернизации	Системный охват всего комплекса технологических процессов добычных предприятий. Охват участка или отдельного технологического процесса	Учет специфики открытых работ и подземных горных работ. Сложности формирования инфраструктуры информационных систем в условиях подземных сооружений
Виды модернизации	Автоматизированные системы управления, цифровые технологии, роботизация Использование более технологичной техники и оборудования. Повышение количества сооружений в связи с отработкой новых горизонтов. Более эффективное использование основных производственных фондов	Ухудшение горно-геологических условий. Развитие системы горно-капитальных сооружений на больших глубинах для обеспечения доступа к рудному телу. Увеличение объема работ по строительству горно-капитальных выработок – необратимый процесс. Ухудшение качества руды, снижение содержания полезного компонента, его неоднородность в зависимости от рудных тел
Инвестиционные риски	Оптимизация инвестиционных затрат. Скорость отдачи инвестиционных вложений. Снижение эксплуатационных затрат	Удорожание комплектующих и услуг вследствие длительности создания сложных (зачастую не имеющих аналогов) технологий. Не всегда справедливая оценка стоимости технологий вследствие уникальности условий разработки месторождений полезных ископаемых
Безопасность	Обеспечение безопасных и эргономичных условий труда	Снижение прямого участия человека, прежде всего, в тяжелых условиях добычи подземным способом. Сложность четкого контроля за передвижением людей и техники, особенно в подземных выработках

1. Предложены факторы внешнего и внутреннего влияния прямого и косвенного воздействия, целесообразных для оценки потенциала модернизации горнодобывающего предприятия, с детализацией факторов функциональной направленности, сдерживающих или способствующих развитию программ или проектов технологической модернизации с обоснованием необходимости использования методов экспертной оценки.

Потенциал технологической модернизации горнодобывающего предприятия представляет собой способность эффективного использования существующих ресурсов компании и возможности институционального окружения с учетом факторов влияния внутренней и внешней среды, влияющих на реализацию необходимых программ и проектов.

Для решения задач по определению потенциала технологической

модернизации определены группы факторов и выполнена их декомпозиция. Такие факторы позволяют обосновывать степень их влияния на производственно-хозяйственную деятельность горнодобывающего предприятия. Факторы имеют направленность воздействия – прямое или косвенное влияние. В зависимости от возникновения, в институциональном окружении или бизнес-среде факторы могут быть внешними или внутренними (рис. 1).

Оценка факторов влияния на потенциал технологической модернизации должна способствовать формированию конкретных целей в рамках планируемых программ и проектов технико-технологических преобразований.

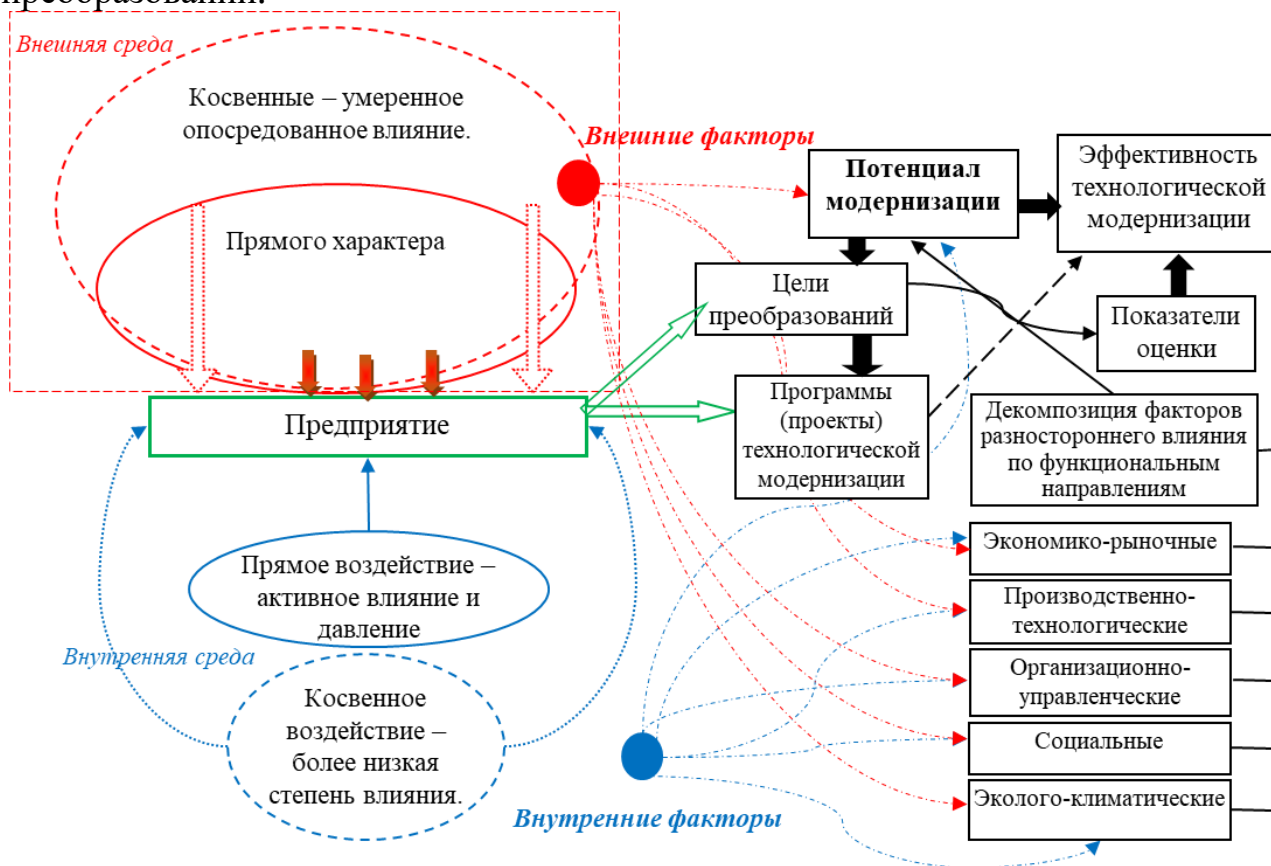


Рис. 1. Взаимосвязь факторов влияния, определяющих потенциал модернизации, и функциональных факторов

Конкретные факторы влияния на реализацию программ (проектов) модернизации в горнопромышленных компаниях на примере горнодобывающего производства представлены в табл. 2.

Факторы, оказывающие влияние на потенциал технологической модернизации

Классификационный признак фактора	Описание фактора
Внешние прямого воздействия	– Развитие конкретных цифровых и роботизированных технологий в компаниях-конкурентах; – наличие доступа к технологиям и техническим средствам; – тенденции повышения внимания к промышленной безопасности (нормативный и законодательный аспект); – существующая система кредитования технологического развития в промышленности; – развитие внутренних рынков (государственная поддержка отечественных сельхозпроизводителей); – ужесточение экологических ограничений в целом.
Внешние косвенного воздействия	– Ужесточение конкуренции на региональных и глобальных рынках минерального сырья; – тенденции научно-технического прогресса в отрасли и необходимость обеспечивать конкурентоспособность за счет внедрения передовых и доступных технологий; – тенденции, связанные с повышением экологической и климатической эффективности промышленных производств; – государственная налоговая политика; – тренды повышения внимания к социальной ответственности бизнеса; – образовательный и кадровый потенциал региона.
Внутренние прямого воздействия	– Уровень эффективности системы планирования, быстрая адаптация под меняющиеся запросы перерабатывающих сегментов холдинга; – уровень развития производственно-технологической и информационной базы; – текущее экономическое положение, степень финансовой устойчивости и инвестиционных возможностей компании; – уровень квалификации менеджмента для реализации сложных технологических проектов; – набор конкретных компетенций специалистов-инженеров для осуществления технологической модернизации; – уровень мотивации сотрудников и способность их к изменениям.
Внутренние косвенного воздействия	– Корпоративные стратегии, регламенты и возможная скорость их корректировки; – планы холдинга по выходу на новые рынки; – существующая организационная среда холдинга и его гибкость; – форма собственности предприятия и структура акционерного капитала; – существующие модели профессиональной подготовки кадров; – уровень развития собственных высокотехнологичных центров для производства наукоемкой продукции.

Кроме того, в диссертации выделены функциональные факторы, такие как: экономико-рыночные, организационно-управленческие, производственно-технологические, социальные, эколого-климатические. Данные факторы могут способствовать или препятствовать реализации программ (проектов) технологической модернизации. Функциональные факторы могут выступать как вспомогательные при экспертной оценке потенциала технологической модернизации.

Важность использования экспертных методов обуславливается спецификой деятельности горнодобывающих компаний, поскольку ряд технико-технологических решений имеют свои особенности при разработке того или иного месторождения. Кроме того, ситуация на рынках минерального сырья неоднородна и зачастую непредсказуема. При этом эксперты должны обладать профессиональным и обоснованным видением развития рынков сырья, и, в частности, минеральных удобрений, поставщиков оборудования, инвестиций.

5. Определены риски, влияющие на осуществление проектов технологической модернизации, среди которых целесообразно выделить риски, отражающие особенности горного производства. Выделены риски, которые могут влиять на определение рискованной ставки дисконтирования, что обосновывает, в том числе целесообразность использования бинарного и реверсированного подхода при оценке экономической эффективности инвестиционного проекта технологической модернизации, предполагающего применение разных ставок дисконтирования, в том числе для положительных и отрицательных денежных потоков.

Риски проектов технологической модернизации, в горнодобывающей промышленности представлены на рис. 2. Среди этих рисков целесообразно выделить риски, отражающие особенности горного производства, а также общие риски.



Рис. 2. Риски горных предприятий: степень управления и влияние на норму дисконта

При ухудшении горно-геологических условий, а также освоении новых месторождений, например, с невысоким содержанием полезного компонента, возникают риски, связанные с внедрением новых технологий и цифровых решений, которые не имеют аналогов, тем самым исключается критерий доступности, и здесь модернизация приближается к инновационному развитию.

Риск неподтверждаемости запасов и ошибочной их количественной оценки, а также недостоверная оценка возможностей перехода статуса минерального сырья из категории ресурсов в категорию запасов имеют

специфический характер. Как правило, такие риски присущи большинству горнодобывающих предприятий. Технологические и геологические риски существенно влияют на ставку дисконтирования.

В современных экономических условиях и высоких инфляционных ожиданиях размеры инвестиций на создание горно-капитальных выработок и промышленного обустройства, как правило, динамично растут. Компаниям приходится пересматривать бюджеты проектов в сторону увеличения. Потому рост стоимости создания и модернизации производственных фондов – процесс постоянный. Такие риски также могут существенно влиять на ставку дисконтирования.

Применение единой ставки дисконтирования в рамках всего жизненного цикла проекта может приводить к искажению показателей экономической эффективности и ошибкам при последующей реализации комплекса необходимых мероприятий технологической модернизации.

В диссертации предлагается использовать бинарное дисконтирование, заключающееся в применении разных ставок дисконтирования для положительных и отрицательных денежных потоков.

В процессе дисконтирования представляется целесообразным разделять факторы времени и риска.

При этом можно использовать реверсированное дисконтирование, в рамках которого происходит изменение ставки дисконтирования в зависимости от периода проекта.

Для положительных денежных потоков проекта ставка дисконтирования может формироваться с учетом динамики цен на сырье в долгосрочном периоде.

В диссертации выполнен расчет экономической эффективности проекта по вводу в эксплуатацию нового добычного горизонта на добывающем предприятии.

С использованием общепринятых подходов к оценке экономической эффективности чистая приведенная стоимость (ЧПС) проекта составила 16664 млн рублей. Экономическая оценка рассматриваемого инвестиционного проекта с применением методов бинарного и реверсированного дисконтирования показала другой результат. Величина чистой приведенной стоимости в результате оценки составила 16784 млн руб. На рис. 3 представлены графики изменения чистой приведенной стоимости по годам при оценке двумя методами.

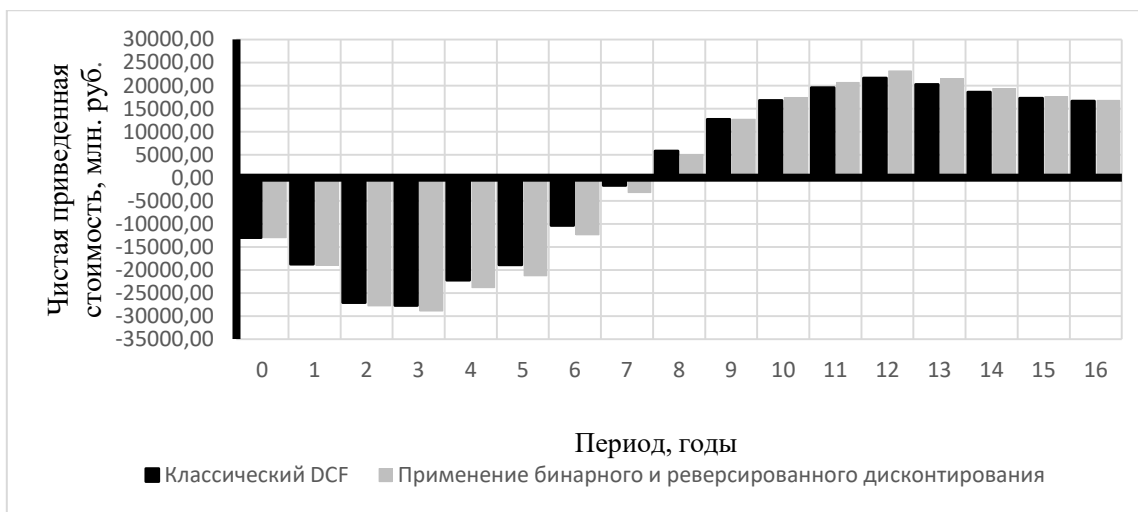


Рис. 3. Чистая приведенная стоимость проекта при оценке классическим методом и с использованием методов бинарного и реверсированного дисконтирования

Рассмотренный проект рассчитывался и с учетом технико-технологических и экономических рисков. При экономическом моделировании предполагается, что в результате возможных неопределенностей и угроз величина капитальных вложений в проект технологической модернизации увеличится на 10 %.

Прогнозируется рост величины капитальных вложений в течение первых шести лет реализации проекта. Экономическая оценка проекта с применением классического метода DCF (англ. discounted cash flow — дисконтированный денежный поток) определила величину ЧПС в 12532 млн руб. При использовании методов бинарного и реверсированного дисконтирования увеличение капитальных вложений на 10 % определяется как относительная величина резерва. Поэтому ставка дисконтирования для оттоков является изменяющейся величиной в динамике. В этом случае ЧПС составила 13816 млн руб.

Тем самым применение методов бинарного и реверсированного дисконтирования уточняет оценочную стоимость проекта, что может служить дополнительным обоснованием в пользу реализации проекта технологической модернизации. Выполненная оценка подчеркивает высокую неопределенность фактора изменения капитальных вложений. Вероятность изменения объема инвестиций для горнодобывающих производств достаточно высока, поскольку существуют значительные риски роста цен на оборудование, технологии, монтаж.

6. На основе разработанного алгоритма оценивания потенциала модернизации и предложенной системы факторов влияния на ее осуществление выполнена оценка уровня потенциала технологической модернизации горнодобывающего предприятия – объекта исследования, с обоснованием универсальности данного методического подхода для других компаний горнодобывающего комплекса.

Для реализации радикальных технологических изменений на горнодобывающих предприятиях важно обладать определённым уровнем технического, экономического и организационно-управленческого потенциала P^{TM} . Если уровень потенциала низкий, то предприятие не может гибко реагировать на изменения на рынке и возможности осуществить модернизацию. Для создания новых технологий и управленческих подходов промышленному предприятию необходимо привлекать инвестиции, что может отразиться и на финансовой стабильности. Если потенциал модернизации высокий, то дальнейшее продвижение новых технологических решений представляется оправданным.

В целом алгоритм оценивания уровня потенциала технологической модернизации можно представить в виде пяти шагов:

1. Процедура оценивания факторов воздействия всех групп по шкале от 0 до 5 баллов группой экспертов, состоящей из 8 человек;
2. Определение весовых коэффициентов, характеризующих компетентность экспертов;
3. Определение весовых коэффициентов для факторов воздействия;
4. Расчет взвешенных групповых оценок;
5. Расчет уровня потенциала технологической модернизации компании.

В диссертации выполнен расчет взвешенных групповых экспертных оценок как произведение окончательного вектора групповой оценки на весовые коэффициенты. Далее производилось суммирование всех 24-х взвешенных групповых оценок, в результате которого была получена интегральная балльная оценка уровня потенциала предприятия, равная 3,96803. Поскольку максимально возможная интегральная оценка составляет 5 баллов, данная величина была переведена в процентную шкалу. Расчетный уровень потенциала технологической модернизации (P^{TM}) компании Кировский филиал АО «Апатит» составил 79,36 %.

В табл. 3 приведены критерии оценки уровня потенциала технологической модернизации.

Границы критериев определены исходя из количественного соотношения оценок экспертов. В целом оценка «5» соответствует высокому потенциалу. Оценка «4» – отчасти высокий и средний потенциал технологической модернизации. Оценки «2» и «3» объединены и отражают низкий уровень потенциала.

Таблица 3

Характеристика внешней и внутренней среды компании и уровни потенциала технологической модернизации

Уровни	Обобщенные факторы ситуативной экономической среды	Качество системы управления и качественная характеристика экономических параметров	Уровень потенциала технологической модернизации Π^{TM} , %
1 уровень	Относительно благоприятные макроэкономические и институциональные условия. Высокий уровень развития технологий, включая цифровые и роботизированные системы, наблюдаются существенные конкурентные преимущества (например, высококачественные руды). Наличие кадровых, финансовых и технологических возможностей. Наличие оперативных связей в структуре холдинга.	Хорошо развитая система управления. Масштабность программ модернизации и их глубина подразумевают тот или иной объем инвестиций. В случае высокой развитости цифровых технологий объем инвестиций может быть незначительным. В случае необходимости кардинальных преобразований объем инвестиций высокий.	<i>Высокий:</i> показатель Π^{TM} больше 75 %.
2 уровень	Относительно стабильные и частично управляемые условия макроэкономического и технологического развития внешней среды. Относительно устойчивое экономическое положение предприятия. Частично создается инфраструктура нового поколения. Барьеры для развития программ модернизации существуют, однако наблюдается отсутствие непреодолимых барьеров.	Средний уровень развития системы управления; в ряде случаев возможны решения, позволяющие адаптироваться, в том числе и к неконтролируемым факторам внешней среды. Необходимость формирования уникальных технологических решений может поспособствовать привлечению значительных инвестиций.	<i>Средний:</i> показатель Π^{TM} 31–75 %.
3 уровень	Ограниченный доступ к технологиям и рынкам. Слабый уровень развития корпоративных регламентов. Невысокие относительные доли рынка. Нестабильное финансовое положение. Недостаточно развитый уровень компетенций сотрудников.	Низкое качество системы управления. Требуется высокий уровень инвестиций, при этом решение задач по привлечению инвестиций может быть системно невыполнимой задачей без коренной перестройки системы управления.	<i>Низкий:</i> показатель Π^{TM} 30 % и меньше.

Данный уровень потенциала технологической модернизации является высоким (более 75 %).

Предлагаемый подход способен не только оценивать потенциал модернизации отдельных предприятий, но и проводить сравнительный анализ горнодобывающих подразделений в рамках холдинга. Также данный подход дает возможность определить вероятность перехода предприятий к реализации более интенсивной программы экономического развития на основе технологической модернизации в случае высокого оценочного значения показателя Π^{TM} . Используя его, можно получить широкий спектр данных об

организационных и экономических возможностях предприятия к реализации сложных и комплексных программ технологической модернизации в горнодобывающем секторе.

Представленная методика носит универсальный характер и может быть использована для других отраслей горнодобывающего комплекса. В этой связи важно корректировать сами специфические факторы влияния и глубину их воздействия.

В заключении представлены основные результаты исследования.

1. При инициации и реализации программ и проектов технологической модернизации необходимо придерживаться определённой последовательности их экономической оценки и использовать базовые принципы, такие как: целеориентированность, динамичность ресурсного развития, комплексность, релевантность показателей, прозрачность технико-экономического результата, необратимость процессов.

2. Типологию технологической модернизации горнопромышленного предприятия целесообразно представить в виде четырёх дескриптивных моделей – оптимизационная, адаптивная, поддерживающая и прогрессивная, которые отличаются друг от друга на основе выделенных критериев.

3. Реализуемые проекты технологической модернизации горнодобывающего предприятия Кировский филиал АО «Апатит», связанные в том числе с цифровизацией и автоматизацией, способствуют повышению операционной эффективности. Использование автоматизированных систем управления позволяет увеличивать производительность труда и оборудования, снижать издержки производства, сокращать время реагирования на чрезвычайные ситуации, необходимость внеплановых ремонтов.

4. Разработанная система факторов внешнего и внутреннего влияния прямого и косвенного воздействия способствует более обоснованной оценке экономической эффективности программ и проектов технологической модернизации. Совокупный учет факторов с использованием методов экспертной оценки позволит определять уровень потенциала проектов технологической модернизации.

5. Идентифицированы риски, влияющие на осуществление проектов технологической модернизации, отражающие особенности горнодобывающего производства. Выявлено, что ряд рисков имеют контролируемый и управляемый характер. При экономической оценке программ и проектов технологической модернизации целесообразно использовать бинарный и реверсированный подход при определении ставки дисконтирования. Различные нормы дисконта позволяют более корректно учитывать динамические эффекты в условиях волатильности цен и неопределенности рынков минерального сырья, что способствует более обоснованному принятию управленческих решений.

6. На основе разработанного алгоритма экспертной оценки потенциала модернизации определен уровень потенциала технологической модернизации горнодобывающего предприятия Кировский филиал АО

«Апатит», который составил 79,36 %, что позволяет говорить о высоком уровне потенциала технологической модернизации и возможностях сбалансированного экономического развития в среднесрочных и долгосрочных периодах. Разработанную методику представляется целесообразным использовать и на других предприятиях горнопромышленного сектора.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА, В КОТОРЫХ ОТРАЖЕНЫ ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

– в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Абрашитов, А. Ю. Барьеры и возможности технологической модернизации в горнопромышленной компании / А.Ю.Абрашитов // Российский экономический интернет-журнал. – 2022. – № 4.

2. Абрашитов, А. Ю. Эффекты и модели технологической модернизации горнодобывающего производства / А.Ю.Абрашитов, В.С.Жаров // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2023. – Т. 26, № 4(82). – С. 71-84. – DOI 10.37614/2220-802X.4.2023.82.006.

3. Абрашитов, А. Ю. Обобщение факторов, способствующих развитию потенциала технологической модернизации горнодобывающего производства / А.Ю.Абрашитов, А.Е.Череповицын // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. – № 6-2(144). – С. 63-69.

4. Абрашитов, А. Ю. Риски при оценке инвестиционных проектов технологической модернизации на горнодобывающем производстве / А.Ю.Абрашитов, В.С.Жаров // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 11. – С. 64-68.

5. Абрашитов, А. Ю. К вопросу операционной эффективности технологической модернизации: особенности горнодобывающего производства / А.Ю.Абрашитов, А.Е.Череповицын // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 10-1. – С. 5-10. – DOI 10.17513/vaael.3768.

- в прочих изданиях:

6. Абрашитов, А. Ю. Технологическая модернизация и цифровизация как основа повышения конкурентоспособности / А.Ю.Абрашитов // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения–2022: Материалы XI Международной научно-практической конференции, Апатиты, 22–23 сентября 2022 года. – Апатиты: ФИЦ КНЦ, 2022. – С. 127-128.

7. Абрашитов, А. Ю. Роль цифровых технологий в модернизации горного производства / А.Ю.Абрашитов // Актуальные проблемы менеджмента, экономики и экономической безопасности: Сборник материалов VI Международной научной конференции, Костанай, 11–12 ноября 2024 года. – Чебоксары: ООО «Издательский дом "Среда"», 2024. – С. 33-37. – DOI 10.31483/r-114292.

8. Абрашитов, А. Ю. Эффективность модернизации горнодобывающего производства посредством цифровых решений / А.Ю.Абрашитов // VII Международная научная конференция по междисциплинарным исследованиям (SDE-IR IV 2024): сборник статей. – Екатеринбург: ООО «Институт цифровой экономики и права», 17 декабря 2024. – С. 42-46.