



Барьеры и возможности технологической модернизации в горнопромышленной компании

Абрашитов А.Ю., стажер-исследователь, Институт экономических проблем им Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», отдел экономики природопользования на европейском Севере, Апатиты, Россия

Аннотация. Вопросы модернизации являются критически важными для обеспечения устойчивости экономического развития и улучшения конкурентных позиций компаний горнопромышленного типа. При этом современная модернизация, как правило, не может осуществляться без цифровой трансформации производственных и управляющих систем. Цель исследования состоит в определении ключевых позитивных и негативных факторов при модернизации производства в компаниях горнопромышленного типа. Обладая особенностями, которые появляются из-за специфики горно-геологических условий, высокого уровня капиталоемкости, сильного влияния институционального фактора, горнодобывающие предприятия сталкиваются с различного рода препятствиями при осуществлении модернизации производства. В статье определены основные направления технологической модернизации для горнодобывающих предприятий. Выявлен перечень технологических, организационно-управленческих, экономических и экологических факторов, снижающих потенциал модернизации горного производства. Проведена декомпозиция факторов положительного и отрицательного влияния на развитие процессов модернизации в малых и крупных компаниях горнодобывающего типа.

Ключевые слова: модернизация, инновации, горнодобывающие компании, барьеры, факторы влияния

Barriers and opportunities for technological modernization in a mining company

Abrashitov A.Y., research trainee, Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS) Department of Environmental Economics in the European North, Apatity, Russia

Annotation. Modernization issues are critical to ensure the sustainability of economic development and improve the competitive position of mining companies. At the same time, modernization cannot be carried out without digital transformation of production and management systems. The purpose of the study is to identify the key positive and negative factors in the modernization of production in mining companies. Having features that appear due the specifics mining and geological conditions, a high level of capital intensity, the strong influence of the institutional factor, mining companies face various kinds of obstacles in the implementation of production modernization. The article defines the main directions of technological modernization for mining enterprises. A list of technological, organizational, managerial, economic and environmental factors that reduce the potential for modernization of mining production is identified. The decomposition of factors of positive and negative impact on the development of modernization processes in small and large mining companies was carried out.

Key words: modernization, innovation, mining companies, barriers, influencing factors.

Введение. Технологической модернизацией называется процесс перевода изношенного и (или) устаревшего оборудования на новое высокотехнологичное, с целью достижения соответствия технологического

оснащения производства передовому отраслевому уровню. Модернизация связана с инновациями. В современной экономике модернизация промышленности характеризуется не только использованием новой техники и технологий, но также и масштабным применением цифровых решений, автоматизированных систем, робототехники. При этом технологическую модернизацию можно определить как улучшение существующего технологического уровня производства или внедрение новой техники и технологических решений [2,3,5,6].

Процесс модернизации во многом связан с уровнем технологического развития, институциональными трансформациями и изменением роли человека [9].

Типы модернизации можно представить в радикальности и объектности изменений на разных уровнях управления. Преобразования на уровне компании характеризуются степенью глубины изменений, скоростью, а также охватом функциональных областей.

Предприятия горной промышленности, как объект исследования характеризуются определенными особенностями производственно-технологических цепочек. Специфические риски горного производства связаны с высокой неопределенностью геологоразведочных работ, ухудшением горно-геологических условий (вследствие, например, начала разработки более глубоких горизонтов), высокой опасностью ведения работ особенно в подземных условиях труда (выделение шахтного метана, горные удары, горное давление). В связи с перечисленными объективными факторами влияния, инвестиционные риски и риски здоровья работников высоки, а для обеспечения конкурентоспособности необходимо поддерживать высокий технологический уровень и постепенно осуществлять модернизацию производства.

Программы модернизации и развитие инноваций должны позволять горнодобывающим компаниям сокращать затраты, уменьшать воздействие на окружающую среду и увеличивать объемы производства, выходить на новый

уровень конкурентных возможностей. При этом следует отметить, что технологическая модернизация способствует решению эколого-социальных проблем, что во многом укрепляет позиции компании в области устойчивого развития.

Вместе с тем преобразования, связанные с модернизацией, осуществляются в горнодобывающей отрасли, медленно по сравнению с другими секторами промышленности, это определяется консервативностью отрасли и существенными рисками, сложностью и уникальностью технологических цепочек, необходимостью детально учитывать фактор безопасности, слабым взаимодействием с внешними заинтересованными сторонами [1, 4, 10].

Важно отметить, что существуют организационно-экономические барьеры внедрения модернизационных преобразований и инноваций, которые препятствуют экономическому развитию компании. Выявление факторов, препятствующих и способствующих внедрению технологий, поможет ускорить процесс модернизации при одновременном достижении целей экономического развития и обеспечения устойчивости горнодобывающих компаний. Определение направлений технологических преобразований и выявление факторов, влияющих на модернизацию горного производства и внедрение инноваций, выступают задачами настоящего исследования.

Методология исследования. Статья направлена на изучение существующих теоретических и концептуальных подходов к обобщению проблем, связанных с барьерами и возможностями, которые в свою очередь препятствуют и способствуют осуществлению модернизации на горнодобывающих предприятиях. Материалами при выполнении исследования выступали данные, представленные в академических изданиях открытого доступа.

На основании литературного обзора автор обобщает существующие проблемы, сдерживающие модернизацию и внедрение инноваций на горных предприятиях. В статье использован метод структуризации возможных

направлений технологической модернизации горнодобывающего производства на основе качественного анализа технологических, организационно-управленческих, экономических и экологических факторов влияния. Метод обобщения позволил выявить основные проблемы модернизации производства и инновационного развития в горной отрасли. Использован метод декомпозиции факторов негативного и позитивного влияния на процессы модернизации горного производства.

Результаты исследования. В исследовании выявлено, что при проектировании технологической модернизации промышленных предприятий должны учитываться некоторые особенности:

- во время проведения комплекса мероприятий по технико-технологическим изменениям на производстве возникает необходимость остановки, отключения, выведения основного оборудования, поэтому появляются внутрисменные простои, нарушаются процессы обеспечения стабильности организации производства, что приводит к снижению текущих показателей эффективности предприятия;

- процесс модернизации влечет за собой большое количество рисков. Примерами таких рисков могут быть рост незапланированных расходов, риски чрезвычайных ситуаций, риски связанные с геологической неопределенностью. Также могут наблюдаться задержки и ошибки при проектировании сложных производственно-технологических цепочек, что характерно при генерации уникальных организационно-технологических решений для горно-геологической специфики конкретных месторождений. Характерны и риски, связанные с задержкой поставок техники и пуско-наладочных работ, изменением цен на технологии и комплектующие изделия и др.;

- положительный эффект от модернизации формируется постепенно, в течение определенного периода времени, который сопровождается возникновением дополнительных рисков. Поэтому необходимо решать вопросы сбалансированности тактического и стратегического управления горнодобывающего предприятия. Появляется необходимость использования

инструментария стратегического планирования. Важно обеспечивать перманентную оценку внешних и внутренних факторов, влияющих на работу предприятия. Также целесообразно уделять внимание организационным механизмам по эффективной интеграции программ модернизации в стратегию развития компании, определять результативность проведенных мероприятий и устойчивость производственно-экономической системы с учетом трендов повышенного внимания к социальной ответственности бизнеса;

– программы модернизации способны повышать профессиональную квалификацию сотрудников, улучшать условия труда. В ряде случаев изменяется организационный регламент компании. В этой связи требуются дополнительные затраты на развитие кадрового потенциала, формирование обновленной системы промышленной безопасности, возможной реорганизации служб и отделов. Необходимо отметить, что в рамках мероприятий по модернизации производства можно как увеличить эксплуатационные затраты (негативный результат модернизации), так и уменьшить. Все зависит от объемов программы модернизации, степени ее инновационности.

Горнодобывающая промышленность трансформируется с учетом современных трендов цифровизации.

Необходимость внедрения цифровых технологий возникает в силу ряда внешних и внутренних факторов. Например, для предприятий горнодобывающей промышленности важность цифровой трансформации производства диктуется следующими объективными факторами:

– истощение доказанных запасов, увеличение доли трудноосваиваемых месторождений и рост трудноизвлекаемых запасов, снижение содержания полезного компонента и, как следствие, падение рентабельности горнодобывающих предприятий;

– повышенные требования к промышленной безопасности и ужесточение необходимости соблюдения экологических стандартов;

– важность оптимизации затрат и повышения производительности;

– необходимость повышения скорости принятия решения и обмена информацией между удаленными промышленными объектами.

Вопросы безопасности, рост производительности, повышение скорости обмена информации и принятия управленческих решений – это тенденции, как раз направленные на необходимость широкомасштабного использования цифровых технологий. Современные шахты и рудники должны минимизировать использование человеческих ресурсов на опасных участках горного производства и в сложных климатических условиях.

Структура процесса технологической модернизации на примере возможных преобразований на горнодобывающем предприятии представлена на рис. 1, где отражены возможные мероприятия, связанные с реновацией и классическим технико-технологическим перевооружением производства, а также определены направления инновационных преобразований, включающих цифровизацию и роботизацию.



Рис. 1 – Возможная структура процессов технологической модернизации на примере горнодобывающего предприятия

Ряд исследователей по проблемам инновационного развития горнодобывающей промышленности определяют барьеры и факторы, препятствующие и способствующие осуществлению модернизации и внедрению инновационных технологий. В частности в статье [10] отмечается недостаточное взаимодействие компаний со стейкхолдерами. Также существует высокая неопределенность в части геологоразведочных работ и подтверждаемости запасов, отмечается волатильный характер рыночной среды горнопромышленного сектора и специфика государственной поддержки, что представляется ключевыми препятствиями для внедрения технологических инноваций. Кроме того, к барьерам модернизации и внедрения инноваций относится высокий риск, связанный с использованием не апробированных технологий и систем, в силу уникальности многих месторождений полезных ископаемых.

К факторам, способствующим внедрению новых решений и технологий, авторы Ediriweera A. и др. [10] относят культуру обучения и повышение квалификации персонала, обмен новыми знаниями и вовлечение в процесс экспертизы горных проектов и их реализации внешних заинтересованных сторон. Вовлеченность общественности в лице различных социальных групп может способствовать реализации сложных проектов, имеющих неоднозначное влияние на окружающую среду.

Барьеры для внедрения технологий целесообразно классифицировать как технологические, организационно-управленческие, экономические и экологические.

Технологические барьеры могут определяться слабой тиражируемостью известных технологий к текущим производственным процессам. В горной отрасли технологические решения зачастую уникальны, и, соответственно, комплекс мероприятий по модернизации часто неординарен, требующий серьезных инвестиций в НИОКР. Кроме того, в ряде отраслей и производств горнопромышленного типа наблюдается отсутствие доступа к

стандартизированным данным, и возникают проблемы с подключением к общедоступным информационным сетям [11,13].

Ряд факторов, такие как размер компании (например, малая или средняя компания с ограниченными финансовыми и организационными ресурсами), недостаточная подготовка менеджмента к возможным рискам, непрозрачность взаимоотношений между стейкхолдерами, отсутствие организационной готовности компании к преобразованиям и крупным проектам, дефицит высококвалифицированных кадров и несовершенная система диффузии знаний относятся к организационным барьерам на пути модернизации производств и внедрения инноваций [11,12].

Размер компании считается организационным барьером для осуществления масштабных мероприятий по модернизации производства. При этом есть ряд положительных аспектов в области внедрения инноваций и продвижения модернизационных преобразований в малых компаниях. Pereira Cabral В. и др. в своей статье [15] обосновывают, что небольшие организации более эффективно могут внедрять инновации благодаря своей гибкой структуре и возможности быстрого реагирования на волатильность рынка. В то время как, Mohnen Р. И др. [14], отмечает, что развитие модернизации и инновационной деятельности имеет больше перспектив в крупных компаниях, поскольку они имеют значительный потенциал организационных, финансовых и человеческих ресурсов.

К организационно-управленческим факторам, влияющим на модернизацию горнодобывающей отрасли, можно отнести и эффективность использования того или иного типа организационной структуры управления. Гибкие организационные структуры способствуют интенсивному внедрению программ модернизации, в то время как иерархические структуры могут усложнять данный процесс.

Вопросы восприятия и управления рисками являются препятствиями для внедрения новых технологий, поскольку если менеджмент компаний не имеет подразделений по управлению рисками, консервативен и старается

минимизировать риски, то, как правило, новые технологии внедряются с невысокой степенью интенсивности, прежде всего из-за неопределенности экономических результатов.

Финансовые аспекты могут выступать барьером модернизации производств, поскольку внедрение новых, возможно уникальных технологий требует значительных инвестиционных затрат. Внедрение новых технологий зависит от инновационной модели компании. Компания может ориентироваться на использование уже существующих технологий, тогда затраты на модернизацию формируются путем приобретения техники и технологических решений на рынке и стоимости пуско-наладочных работ. Если компания развивает модель использования собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских подразделений, тогда появляются затраты на проектирование и разработку. Также могут возникать дополнительные затраты, связанные с привлечением дополнительных консалтинговых и инженерных услуг. Кроме того, в компаниях горнопромышленного типа могут проявляться существенные финансовые риски, в том случае если технология не имеет апробации на объектах-аналогах. Такие риски необходимо учитывать и они, соответственно, увеличивают инвестиционную стоимость проекта. Для горнодобывающего промышленного комплекса – это серьезный вызов, поскольку значительная часть проектов по модернизации производства идентифицируются как капиталоемкие в условиях перманентного ухудшения горнотехнических условий и снижающегося содержания полезного компонента в добываемых рудах.

Необходимость соблюдения стандартов по охране окружающей среды способствует развитию на горнодобывающих предприятиях программ эколого-технологической модернизации. Также существуют проблемы необходимости учета климатического фактора. Многие компании провозглашают свои цели в области устойчивого развития, где во главу угла ставятся задачи снижения энергоемкости, отходоемкости и углеродоемкости производств. Такие появляющиеся задачи, связанные с процессами формирования «зеленой»

экономики, включая и тренды декарбонизации промышленности, диктуют необходимость компаниям реализовывать мероприятия по экологической модернизации (внедрение наилучших доступных технологий), направленные на уменьшение, как вредных выбросов, так и снижение концентрации парниковых газов [4,7,8].

В результате проведенного анализа обобщены результаты исследований по проблеме барьеров, оказывающих влияние на модернизацию производства.

На рис. 2 выделены факторы, оказывающие положительное и негативное влияние на развитие программ модернизации на примере крупных и малых горнодобывающих компаний.



Рис. 2 – Позитивное и негативное влияние на процессы модернизации в разрезе крупных и малых горнопромышленных компаний

Дискуссия. На рис. 2 представлен фактор влияния, затрагивающий вопросы государственного регулирования и создания институциональной

среды для возможностей масштабной модернизации на промышленных предприятиях. Дать однозначную оценку влияния данного фактора достаточно сложно. В идеальной ситуации государственное регулирование должно позитивно влиять на модернизацию и инновационные процессы в горнодобывающем комплексе. Вопросы развития системы государственного стимулирования для реализации инновационных проектов охватывают много аспектов (субсидирование процентных ставок по кредитам, предоставленным на инновационные проекты, льготное кредитование, субсидирование затрат на НИОКР, гранты и др.) и выступают позитивно влияющим фактором на более полное использование потенциала модернизации. Негативное влияние на модернизацию промышленности в части государственного регулирования может быть связано с недостаточностью мер по поддержке инновационных производств, включая стимулирование малого бизнеса к нововведениям и слабое развитие инновационной инфраструктуры.

На основании исследований авторов, представленных в работе [11], 60,9%, 30,9% и 8,2% инноваций в горнодобывающем секторе соответственно влияют на экологическую, экономическую и социальную сферы деятельности компаний. Решение природоохранных задач, становится наиболее актуальным на стадии эксплуатации и, особенно, при переходе к завершающему этапу разработки месторождения. Экономика процесса разработки месторождений связана с пересмотром технологических регламентов и проектных решений, как правило, на завершающем этапе, требуются дополнительные капитальные вложения на модернизацию, поскольку с изменением горно-геологических условий снижается содержание ценных компонентов. В тоже время усиливается значимость экологического фактора, увеличение отвалообразования и хвостохранилищ, необходимость рекультивации, рост энергоемкости и как следствие увеличение атмосферных загрязнений. Также по мере перехода к этапу падающей добычи наблюдается рост возникающих социальных вопросов, связанных, прежде всего, с объективно необходимым сокращением персонала и формированию социальных программ,

обеспечивающих возможность переезда сотрудников, подлежащих сокращению, в другие регионы.

Промышленная безопасность и экологические аспекты являются важными факторами, стимулирующими к модернизации и инновациям. Например, открытая добыча полезных ископаемых оказывает значительное воздействие на ландшафт и атмосферные выбросы. При подземной разработке фиксируется значительное количество несчастных случаев с фатальными последствиями для жизни людей. Следовательно, технологическая модернизация, направленная на чистое производство (сокращение вредных выбросов и т.д.), а также промышленная безопасность должны развиваться ускоренными темпами. В целом следует подчеркнуть, что модернизация связана с обеспечением устойчивого развития горнопромышленного сектора. Цели устойчивого развития будут определять важные направления научных исследований в сфере систематизации факторов, являющихся барьерами для инновационного развития горнодобывающих производств в среднесрочной перспективе.

Горнодобывающая промышленность начинает реализовывать проекты в ранее недоступных регионах, работая с трудноосваиваемыми сырьевыми объектами. Арктика и арктические пустыни, шельф, глубокозалегающие залежи полезных ископаемых – это те регионы и объекты, где научно-технологический прогресс уже позволяет обосновывать возможный экономический эффект освоения месторождений. Эксплуатация месторождений в этих новых условиях ставит новые задачи перед научными исследованиями, особенно в области экологически чистого производства и сохранения уникальных экосистем и биоразнообразия. Также нельзя забывать и о климатических изменениях и проблеме, связанной с минимизацией техногенных выбросов парниковых газов, в рамках решений комплекса таких задач. Поэтому горнодобывающие компании должны преодолевать экологические барьеры и ограничения, путем развития безопасных инновационных технологий с учетом климатического фактора.

Важнейшими реперными точками технологической модернизации в мировой горнодобывающей промышленности являются тренды по снижению негативного воздействия на окружающую среду, согласно целям устойчивого развития; повсеместное внедрение цифровых технологий, включая роботизацию и интеллектуализацию технологических и управляющих систем; высокие требования к безопасности персонала; необходимость организационных преобразований. Эти тенденции также характерны и для экономического развития отечественной горнодобывающей промышленности.

Заключение. Основным требованием к любому виду технологической модернизации является развитие современных промышленных цепочек по производству конкурентоспособной высокотехнологичной продукции. При этом главные задачи модернизации можно сформулировать как освоение нового оборудования, широкое использование цифровых и информационных систем, а также решение проблем повышения эффективности управления. В рамках модернизации возможны также реновации, связанные с рационализацией производства и реконструкцией, для поддержания заданного уровня рентабельности. В ряде случаев модернизация может быть связана с заменой изношенного и устаревшего оборудования на несколько улучшенное оборудование без сильных эволюционных изменений.

Выявлены факторы и барьеры, способствующие и препятствующие процессам модернизации в разрезе крупных и малых горнопромышленных компаний. В ряде случаев негативную роль, снижающую скорость модернизации производства, играют внутренние субъективные и внешние объективные проблемы, например, такие как отсутствие гибкости управления (внутренняя), высокая волатильность рынков минерального сырья (внешняя), вновь вводимые социальные и экологические барьеры (внешняя).

Для эффективного преодоления барьеров снижающих потенциал модернизации важно совершенствовать систему стратегического планирования в горнодобывающей компании. Повышение качества управления и скорости принятия безопасных технологических и управленческих решений должно

сопровождаться формированием новых организационных структур проектного типа. Также на горных предприятиях целесообразно генерировать эффективные стратегии адаптивного характера, направленные на достижение устойчивости компании и формирование стратегических конкурентных преимуществ. Все вышеперечисленные мероприятия управленческого характера позволят преодолевать барьеры модернизации и раскрывать новые возможности инновационного развития.

Библиографический список:

1. Айнбиндер И.И. Модернизация подземной добычи руд на больших глубинах / И.И. Айнбиндер // Горный журнал, 2016. – № 12. – С. 51-55. – DOI 10.17580/gzh.2016.12.11. – EDN NZFKPV. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27662890>(статья)

2. Ермакова Ж.А. Технологическая модернизация промышленности России: стратегия и организационно-экономические факторы (региональный аспект) / Ж.А. Ермакова; Уральское отделение РАН, Институт экономики. – Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2007. – 363 с. – ISBN 978-5-94646-146-7. – EDN QZNVH. – Режим доступа: <http://i.uran.ru/nasledie/content/tehnologicheskaya-modernizaciya-promyshlennosti-rossii-strategiya-i-organizacionno>

3. Клейнер Г.Б. Модернизация и предприятие / Г.Б. Клейнер // Научные труды Вольного экономического общества России, 2010. – Т. 140. – С. 63-75. – EDN NDATPJ. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584206>

4. Кныш В.А. Проблемные аспекты внедрения механизма НДТ в горнодобывающей промышленности / В.А. Кныш, М.А. Невская, А.Е. Череповицын // Рациональное освоение недр, 2019. – № 2-3. – С. 38-47. – DOI 10.26121/RON.2019.32.64.007 – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38581769>

5. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.08.2022).

6. Никулина Е.Ю. Модернизация и факторы ее определяющие // Вестник Самарского муниципального института управления, 2020. – №1. – С. 48–57. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43116770&ysclid=lbz3qrn1sd465946297>

7. Скобелев Д.О. Формирование инфраструктуры ресурсно-технологической трансформации промышленности / Д.О. Скобелев // Экономика устойчивого развития, 2020. – № 1(41). – С. 162-167. – EDN ААФНВН.

8. Череповицын А.Е. Концептуальные подходы к формированию промышленной политики развития отрасли редкоземельных металлов / А.Е. Череповицын, В.М. Соловьева // Известия Уральского государственного горного университета, 2022. – № 2(66). – С. 122-134. – DOI 10.21440/2307-2091-2022-2-122-134. – EDN QQVSTW. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48766267>

9. Черешнев В.А. Институциональная среда модернизации и инновационных преобразований // Новая экономика. Инновационный портрет России, 2010. – С. 42–49.

10. Ediriweera A., Wiewiora A. Barriers and enablers of technology adoption in the mining industry // Resources Policy, 2021. – (73). – С. 102188.

11. Gao S., Hakanen, E, Töytäri, P., Rajala, R. Digital Transformation in Asset-intensive Businesses: Lessons Learned from the Metals and Mining Industry // Scholar Space, 2019. – (10).

12. Johnson M. Barriers to innovation adoption: a study of e-markets // Industrial Management & Data Systems, 2010. – № 2 (110). – С. 157–174.

13. Maniraki A. A. [и др.]. The problems of selecting methods for industrial enterprises modernization // Equipment and Technologies for Oil and Gas Complex, 2019. – № 1. – С. 28–33.

14. Mohnen P., Röller L.-H. Complementarities in innovation policy // European Economic Review, 2005. – № 6 (49). – С. 1431–1450.

15. Pereira Cabral B., Lage de Sousa F., Canêdo-Pinheiro M. Assessing the impacts of innovation barriers: a qualitative analysis of Brazil's natural resources industry // *Resources Policy*, 2020. – (68). – C. 101736.

References:

1. Ainbinder I.I. Modernization of underground mining of ores at great depths / I.I. Ainbinder // *Mining Journal*, 2016. – № 12. – P. 51-55. – DOI 10.17580/gzh.2016.12.11. – EDN NZFKPV. – Access mode: [https://elibrary.ru/item.asp?id=27662890\(article\)](https://elibrary.ru/item.asp?id=27662890(article))

2. Ermakova Zh.A. Technological modernization of Russian industry: strategy and organizational and economic factors (regional aspect) / Zh.A. Ermakova; Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Economics. – Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007. – 363 p. – ISBN 978-5-94646-146-7. – EDN QZNVH. – Access mode: <http://i.uran.ru/nasledie/content/tehnologicheskaya-modernizaciya-promyshlennosti-rossii-strategiya-i-organizacionno>

3. Kleiner G.B. Modernization and enterprise / G.B. Kleiner // *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*, 2010. – T. 140. – P. 63-75. -EDN NDATPJ. – Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584206>

4. Knysh V.A. Problematic aspects of the implementation of the BAT mechanism in the mining industry / V.A. Knysh, M.A. Nevskaya, A.E. Cherepovitsyn // *Rational development of mineral resources*, 2019. – № 2-3. – S. 38-47. – DOI 10.26121/RON.2019.32.64.007 – Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38581769>

5. Tax Code of the Russian Federation (Part Two) dated August 5, 2000 № 117-FZ (as amended on July 14, 2022) (as amended and supplemented, effective from August 1, 2022).

6. Nikulina E.Yu. Modernization and its determining factors // *Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management*, 2020. – № 1. – C. 48–57. – Access mode: https://elibrary.ru/item.asp?id=43116770&ysclid=lbz3qrn1_sd465946297

7. Skobelev D.O. Formation of infrastructure of resource-technological transformation of industry / D.O. Skobelev // Economics of sustainable development, 2020. – № 1(41). – S. 162-167. – EDN AAFHWH.

8. Cherepovitsyn A.E. Conceptual approaches to the formation of an industrial policy for the development of the industry of rare earth metals / A.E. Cherepovitsyn, V.M. Solovieva // Proceedings of the Ural State Mining University, 2022. – № 2 (66). – S. 122-134. – DOI 10.21440/2307-2091-2022-2-122-134. – EDN QQVSTW. – Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48766267>

9. Chereshev V.A. Institutional Environment of Modernization and Innovative Transformations // New Economy. Innovative portrait of Russia, 2010. – P. 42–49.

10. Ediriweera A., Wiewiora A. Barriers and enablers of technology adoption in the mining industry // Resources Policy, 2021. – (73). – C. 102188.

11. Gao S., Hakanen, E, Töytäri, P., Rajala, R. Digital Transformation in Asset-intensive Businesses: Lessons Learned from the Metals and Mining Industry // Scholar Space, 2019. – (10).

12. Johnson M. Barriers to innovation adoption: a study of e-markets // Industrial Management & Data Systems, 2010. – № 2 (110). – C. 157–174.

13. Maniraki A. A. [и др.]. The problems of selecting methods for industrial enterprises modernization // Equipment and Technologies for Oil and Gas Complex, 2019. – № 1. – C. 28–33.

14. Mohnen P., Röller L.-H. Complementarities in innovation policy // European Economic Review, 2005. – № 6 (49). – C. 1431–1450.

15. Pereira Cabral B., Lage de Sousa F., Canêdo-Pinheiro M. Assessing the impacts of innovation barriers: a qualitative analysis of Brazil's natural resources industry // Resources Policy, 2020. – (68). – C. 101736.