

DOI: 10.29141/2218-5003-2026-17-3-4

EDN: OBKLGZ

JEL Classification: G34, G30, D23

## Стратегические альтернативы коммерциализации технологии извлечения золота из техногенных месторождений

И.В. Филимонова<sup>1</sup>, Н.В. Юркевич<sup>2</sup>, А.А. Долганов<sup>1,3</sup><sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, РФ<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, РФ<sup>3</sup> Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, РФ

**Аннотация.** Истощение традиционной минерально-сырьевой базы и рост экологических требований обуславливают необходимость ресурсного расширения за счет переработки отходов горнорудной промышленности, представляющих одновременно экологическую проблему и потенциальный стратегический ресурс. Статья посвящена разработке и обоснованию стратегий коммерциализации инновационных решений по извлечению золота из техногенных месторождений с учетом отраслевой специфики золотодобычи и технологических ограничений российского рынка. Методология исследования опирается на сценарный подход к стратегическому управлению, рекомендованный для капиталоемких отраслей с высокой неопределенностью, таких как золотодобыча. Методы работы включают системный и сравнительный анализ, анализ чувствительности, матричный метод. Информационной базой послужили нормативные правовые акты РФ, а также данные о рынке техногенного золота и комплексе технологий Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. В работе предложен алгоритм формирования и выбора стратегических альтернатив коммерциализации, включающий последовательный анализ технологии извлечения золота, рынка, правовой охраны, экономической эффективности и рисков. С применением сценарного подхода сформированы четыре стратегии коммерциализации: деятельность в рамках института, выделение отдельного юридического лица, слияние с крупным золотодобывающим предприятием и отчуждение исключительных прав. Результаты показывают, что на основе оценки финансовых показателей и рисков в долгосрочной перспективе наиболее предпочтительной является стратегия выделения отдельного юридического лица, обеспечивающая максимальную гибкость в развитии технологии, возможности масштабирования и закрепления компании на формирующемся рынке извлечения золота из техногенных месторождений.

**Ключевые слова:** стратегические альтернативы; коммерциализация; инновационные технологии; техногенные месторождения золота; экономическая оценка.

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках проекта ИНГГ СО РАН № FWZZ-2026-0055 по программе фундаментальных научных исследований.

**Информация о статье:** поступила 23 января 2026 г.; доработана 16 марта 2026 г.; одобрена 20 мая 2026 г.

**Ссылка для цитирования:** Филимонова И.В., Юркевич Н.В., Долганов А.А. (2026). Стратегические альтернативы коммерциализации технологии извлечения золота из техногенных месторождений // Управленец. Т. 17, № 3. С. 54–69. DOI: 10.29141/2218-5003-2026-17-3-4. EDN: OBKLGZ.

## Strategic alternatives for commercializing gold extraction technology from man-made deposits

I.V. Filimonova<sup>1</sup>, N.V. Yurkevich<sup>2</sup>, A.A. Dolganov<sup>1,3</sup><sup>1</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia<sup>2</sup> Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia<sup>3</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** The depletion of the traditional mineral resource base and growing environmental requirements make it necessary to expand resources by processing mining-industry waste, which is both an environmental problem and a potential strategic resource. The article develops and substantiates strategies for commercializing innovative solutions for gold extraction from man-made deposits considering the specificity of the gold mining industry and technological constraints of the Russian market. Methodologically, the study rests on the scenario approach to strategic management recommended for capital-intensive industries with high uncertainty, such as gold mining. The research methods include systems and comparative analysis, sensitivity analysis, and the matrix method. The empirical evidence is comprised of regulatory legal acts of the Russian Federation, as well as data on the man-made gold market and the set of technologies of the Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG SB RAS). The paper proposes an algorithm for formulating and selecting strategic commercialization alternatives that includes a sequential analysis of gold-extraction technology, market, legal protection, economic efficiency, and risks. Using the scenario approach, four commercialization strategies were formed: operating within the Institute, forming a separate legal entity, merging with a larger gold-mining enterprise, and alienating the exclusive right. The results show that, based on the assessment of financial indicators and risks, the most preferable strategy in the long term is to spin off a separate legal entity, which provides maximum flexibility in technology development, scaling-up opportunities, and the company's consolidation in the emerging market for gold extraction from man-made deposits.

**Keywords:** strategic alternatives; commercialization; innovative technologies; man-made gold deposits; economic assessment.

**Funding:** The study was carried out within project No. FWZZ-2026-0055 of IPGG SB RAS under the programme of fundamental scientific research.

**Article info:** received January 23, 2026; received in revised form March 16, 2026; accepted May 20, 2026

**For citation:** Filimonova I.V., Yurkevich N.V., Dolganov A.A. (2026). Strategic alternatives for commercializing gold extraction technology from man-made deposits. *Upravlenets/The Manager*, vol. 17, no. 3, pp. 54–69. DOI: 10.29141/2218-5003-2026-17-3-4. EDN: OVKLGZ.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная золотодобывающая отрасль находится в фазе «большой трансформации 2.0», что проявляется в истощении традиционных месторождений, ужесточении экологических требований и росте финансовых ограничений для капиталоемких проектов. В этих условиях техногенные месторождения – хвостохранилища и отвалы горнорудной промышленности – переходят из категории экологической проблемы в разряд стратегического ресурса, способного обеспечить расширение сырьевой базы и снизить антропогенную нагрузку. Российская Федерация обладает значительными техногенными ресурсами, до 5 тыс. т золота, однако их вовлечение сдерживается институциональными факторами и управленческими барьерами.

Ключевая управленческая проблема состоит в отсутствии адаптированных стратегий коммерциализации технологических решений по переработке техногенных месторождений с учетом отраслевой специфики: высокой капиталоемкости, сложных форм залегания золота, правовой неопределенности статуса техногенных объектов и концентрации рынка у крупных игроков. Группой специалистов Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения РАН (ИНГГ СО РАН) разработан комплекс инновационных технологических решений, позволяющий формировать индивидуальные цепочки извлечения золота из хвостохранилищ на основе геолого-геохимических данных, что требует обоснованного выбора стратегии их коммерциализации. Индивидуальная цепочка технологий разрабатывается с помощью геохимических анализов проб конкретного хвостохранилища (например, Бериккульского в Кемеровской области), обеспечивая эффективное извлечение золота с учетом его сложных соединений. В отличие от существующих методов, ориентированных на одну форму золота, решение использует комплексный подход – комбинацию и адаптацию известных технологий без дорогого нового оборудования, что позволяет извлекать металл разных типов экономически эффективно и минимизировать потери.

Цель исследования – сформировать и оценить стратегические альтернативы коммерциализации данного комплекса технологий, опираясь на теоретические

подходы к коммерциализации инноваций и специфику рынка техногенного золота.

Основные задачи исследования концентрируются на следующем:

- систематизировать существующие подходы к оптимизации коммерциализации и формированию ее стратегических альтернатив;
- разработать алгоритм формирования и выбора стратегических альтернатив коммерциализации в отрасли извлечения золота из техногенных месторождений;
- провести обзор комплекса инновационных технологических решений по извлечению золота из хвостохранилищ, созданного коллективом ученых ИНГГ СО РАН;
- выработать стратегические альтернативы коммерциализации для данных решений и провести их комплексную оценку с обоснованием предпочтительного направления развития.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В литературе коммерциализация трактуется как процесс трансформации результатов НИОКР в рыночные продукты и услуги с целью получения дохода, при этом авторы по-разному акцентируют внимание на объекте коммерциализации, временных горизонтах и результате (процесс или источник прибыли). Исследователи выделяют линейные модели коммерциализации (поэтапный переход от идеи к рынку без возвратов) [Rothwell, 1993; Goldsmith, 2003; Andrew, Sirkin, Butman, 2007]; функциональные/сетевые модели, предполагающие итеративность, взаимодействие участников и возможность корректировок стратегии на любом этапе [Киселевич, 2019, 2022]. В современных работах усиливается тенденция к комбинированию элементов линейных и функциональных подходов для повышения эффективности коммерциализации в высокорисковых отраслях [Fasi, 2022].

В отечественной научной литературе и нормативно-правовой базе сформирован понятийный аппарат «коммерциализации», однако отсутствует единый общепринятый подход. Так, в работе [Lages et al., 2023] этот факт объясняется междисциплинарным характером

ром данной категории, находящейся на стыке экономики, права и инноватики. Можно выделить две основные парадигмы:

- функциональная (узкая) – рассматривает коммерциализацию как технологический процесс трансформации результатов НИОКР в рыночный товар или их вовлечение в хозяйственный оборот;
- институциональная (расширенная) – трактует коммерциализацию как комплексную деятельность субъектов инновационной системы, направленную на извлечение прибыли и получение широкого социально-экономического эффекта для всех участников процесса.

Анализ ведущих зарубежных исследований в области менеджмента инноваций и трансфера технологий позволил выделить несколько ключевых направлений в понимании термина «коммерциализация».

Во-первых, в работах большинства авторов превагирует процессуальный подход, согласно которому коммерциализация рассматривается как динамический переход технологического изобретения из стадии научно-исследовательской разработки в стадию рыночного применения [Anderson et al., 2022; Ardito, Svensson, 2024]. Этот процесс характеризуется институциональным взаимодействием между разработчиками (университетами, научно-исследовательскими организациями) и промышленными потребителями при участии специализированных посредников.

Во-вторых, исследователи выделяют целевой аспект, акцентируя внимание на результативности процесса. При этом критерии успеха варьируются от сугубо экономических (получение прибыли, финансовая выгода разработчика) до стратегических и проектных (достижение заданных целей, создание спин-офф-компаний) [Malec, Stańczak, Ricketts, 2020].

В-третьих, современные концепции подчеркивают адаптивный характер коммерциализации, трактуя ее как гибкий механизм, зависящий от природы технологии – проприетарной (специфической) или генерической (общецелевой) [Kant, Shahid, 2022].

Коммерциализация результатов НИОКР в горнодобывающей промышленности и при освоении техногенных месторождений требует тщательного выбора стратегий, учитывающих высокие риски, длительные временные горизонты и специфику отрасли. В литературе подчеркивается, что наиболее часто используемые стратегии включают диверсификацию производства, аутсорсинг и горизонтальную интеграцию с акцентом на целевые показатели вроде NPV (чистая приведенная стоимость), IRR (внутренняя норма доходности), снижение экологических рисков [Белозерцев, 2009; Неволин, Череповицын, Соловьева, 2023].

Научно-исследовательские институты в РФ вправе коммерциализировать результаты интеллектуальной деятельности (РИД) путем создания хозяйственных обществ для их практического внедрения. Данное пра-

во реализуется на основании Федерального закона от 02.08.2009 № 217-ФЗ<sup>1</sup>. Однако стоит сказать про возникновение риска оттока кадров из российских НИИ в коммерческие структуры, при этом, согласно исследованиям, этот риск зависит не от самого факта коммерциализации, а от макроэкономических факторов [Perkmann et al., 2013; Ermini, Papi, Scaturro, 2019]. В связи с этим в рамках нашего исследования предлагается кадровая модель, при которой ученые сохраняют основную занятость в НИИ, обеспечивая научное руководство и контроль качества созданного предприятия. Данная модель зарекомендовала себя за рубежом, где механизмы совмещения научной и коммерческой деятельности стали частью национальных инновационных систем. В США закон Бай – Доула (Bayh – Dole Act) дал университетам и государственным учреждениям право владеть и лицензировать интеллектуальную собственность, что привело к массовому созданию технологических компаний и позволило исследователям совмещать академическую работу и предпринимательство [Ouellette, Tutt, 2020; Miteu, 2024]. В странах Европейского союза университеты активно развивают офисы трансфера технологий [Borrás, Gerli, Cenzato, 2024]; институты общества Фраунгофера сочетают фундаментальные исследования с прикладными заказами промышленности; ученые получают возможность работать по контрактам с компаниями [Intarakumnerd, Goto, 2018]. Международный опыт показывает, что устойчивое совмещение академической и предпринимательской деятельности требует [Fini et al., 2023; Fehder, Hausman, Yael, 2025; Halilem, Diop, 2025]: 1) стабильной нормативной базы, позволяющей институтам владеть правами на РИД; 2) развитых офисов трансфера технологий; 3) доступного финансирования стартапов; 4) системы мотивации, которая удерживает исследователей в академической среде. Сопоставление говорит о том, что Россия движется в этом направлении, но недостаточная инфраструктура продолжает сдерживать развитие коммерциализации.

**Проблемы коммерциализации.** Проблемы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности носят системный характер и проявляются как совокупность взаимосвязанных барьеров, возникающих на разных стадиях превращения научно-технического результата в рыночный продукт. Эмпирические исследования трансфера технологий подчеркивают, что коммерциализация не является автоматическим итогом создания результата, поскольку переход от научного знания к промышленному применению описывается как процесс, сопряженный с су-

<sup>1</sup> О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности: федер. закон от 02.08.2009 № 217-ФЗ.

ществеными сложностями, возникающими на стыке науки и бизнеса [Subramanian et al., 2022]. Поэтому наличие портфеля разработок само по себе не гарантирует их вовлечения в хозяйственный оборот без устойчивых финансовых, институциональных и управленческих условий.

Одним из ключевых узлов затруднений выступает *финансово-ресурсный разрыв*: в исследованиях указывается, что коммерциализация тормозится недостаточностью ресурсов, длительными циклами разработки и ограниченной вовлеченностью индустрии [Pujotomo et al., 2025]. В российской практике эти трудности дополняются особенностями распределения финансирования: отмечается, что селективные модели государственного финансирования усиливают конкуренцию за ресурсы, а доступность финансовых источников оказывается неодинаковой для организаций различного статуса и возраста, что снижает успех коммерциализации [Константинова, Петров, Штычно, 2025]. В результате возникает ситуация, в которой институт способен генерировать РИД и оформлять права, но не всегда располагает финансовыми и организационными возможностями обеспечить переход к промышленному внедрению.

Наряду с ресурсными разрывами выделяются *институциональные барьеры* взаимодействия науки и бизнеса. В отечественных работах фиксируются недостаточная взаимосвязь между организациями и бизнесом и несовершенство инновационной инфраструктуры как факторы, затрудняющие коммерциализацию научных разработок [Боровков и др., 2024]. В зарубежных исследованиях аналогичные препятствия связываются с недостаточностью политик, стимулирующих публично-частное сотрудничество, а также с несогласованием исследовательской повестки с потребностями индустрии, что снижает результативность технологического предпринимательства и внедрения [Huian, Curea, Apostol, 2024]. Иными словами, барьеры коммерциализации зачастую формируются на уровне правил и стимулов кооперации, каналов поиска партнеров, процедур совместного развития и распределения рисков. Показательно, что в исследованиях коммерциализации через создание малых инновационных предприятий акцент смещается на то, что основные трудности возникают на стадии вывода решений на реальный рынок, где критичны наличие промышленного заказчика, готовность производства и механизмы финансирования [Савченков, Александрова, 2024].

Отдельный блок проблем связан с *недостаточностью стратегического и методического обеспечения коммерциализации*, а также дефицитом измеримого экономического эффекта от трансфера РИД [Боровская и др., 2024]. Иначе говоря, наличие формальных инструментов, например подразделений по трансферу технологий, не гарантирует результата: подчер-

кивается, что инициативы не достигают успеха при отсутствии эффективной стратегии коммерциализации, согласующей портфель РИД с рыночными возможностями и механизмами [Pujotomo et al., 2025]. Это проявляется в разрыве между научной логикой планирования работ и рыночной логикой продвижения технологий: без системной оценки применимости, конкурентных преимуществ, требований потребителей и сценариев масштабирования коммерциализация становится эпизодической и зависимой от частных связей, а не от воспроизводимого процесса [Боровская и др., 2024; Pujotomo et al., 2025].

*Правовые и процедурные барьеры* формируют самостоятельный блок проблем, увеличивая транзакционные издержки и снижая предсказуемость оборота прав: выделяются пробелы в области правовой охраны и защиты РИД [Заковалов, 2018]. Дополнительно подчеркиваются процедурные ограничения: излишние бюрократические процедуры и высокие временные и финансовые затраты на регистрацию [Подборнова, 2024].

*Рыночные барьеры* проявляются как недостаточная вовлеченность индустрии и слабая готовность финансовых институтов работать с интеллектуальной собственностью как с экономическим активом [Pujotomo et al., 2025]. В российском контексте подчеркивается, что отсутствие налоговых преференций не позволяет формировать интерес к закреплению прав, важными ограничениями становятся отсутствие массового спроса и дефицит квалифицированных специалистов в сфере страхования интеллектуальной собственности, а также неготовность страхового сообщества; в банковском сегменте фиксируется отсутствие опыта и компетенций по использованию интеллектуальной собственности в качестве залога [Голобокова, 2025, с. 10].

Наконец, факторами коммерциализационных провалов выступают *риск-неопределенность* и недостаточная развитость процедур оценки и управления рисками. Подчеркивается, что риски, сопутствующие коммерциализации, часто остаются недооцененными, тогда как оценка потенциальных угроз и возможностей при выходе на рынок рассматривается как критически важный шаг [Егизарян, 2025].

В совокупности рассмотренные исследования позволяют заключить, что проблемы коммерциализации результатов НИОКР в РФ формируются на пересечении: 1) ресурсных ограничений; 2) институциональной слабости взаимодействия с промышленностью; 3) дефицитов стратегического и методического управления портфелем разработок; 4) правовых и процедурных транзакционных издержек; 5) незрелости финансово-рыночной инфраструктуры оборота прав; 6) недооценки рисков и недостаточной формализации риск-управления. Данная связанная система ограничений задает теоретическую рамку для дальнейшего

анализа отраслевого контекста, в котором проявляются специфические параметры спроса, регулирования и структуры рынка, определяющие применимость и результативность тех или иных стратегий коммерциализации.

### ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Техногенные месторождения золота представляют собой скопления отходов горнодобывающих, обогащенных и металлургических производств – хвосты, отвалы и шламы, содержащие полезные компоненты, прошедшие геолого-экономическую оценку и признанные месторождениями по российскому законодательству. В отрасли золотодобычи они играют роль альтернативного источника сырья на фоне исчерпания высококачественных природных запасов: в России на 01.01.2024 учтено 33 таких объекта с балансовыми запасами 47,8 т золота, хотя добыча из них в 2023 г. составила лишь 0,7 т (менее 1 % от общей добычи около 330 т). Их переработка снижает экологические риски от хвостохранилищ (загрязнение вод, деградация почв), способствуя целям устойчивого развития и реализации национальных стратегий [Архипов, Решетняк, 2017].

Технологии извлечения золота из техногенных месторождений критичны для расширения сырьевой базы, где обеспеченность запасами на предприятиях – 15 лет для рудных, 6 лет для россыпных объектов. В отличие от первичных руд, техногенное сырье содержит тонкое, упорное золото в сложных формах (сульфидное, шламовое), требуя адаптированных методов: гравитационных (спиральи, отсадки), флотационно-гидрометаллургических (цианирование, сорбция на угле), рекультивационных схем с окислением. Это позволяет извлекать до 70 % доступного золота при минимизации реагентов и отходов, повышая общую эффективность на 25–30 % в комбинированных процессах [Хакимов, Каюмов, Шукуров, 2022].

Разработчики сталкиваются с геолого-технологической неопределенностью: неоднородность по минералогии, крупности и распределению золота (ультратонкие фракции <0,1 мм) усложняет прогнозирование извлечения, требуя дорогой разведки и дезинтеграции. Экономические барьеры включают удаленность объектов, низкую плотность золота (< 1 г/т), высокую капиталоемкость и короткий срок проектов (2–5 лет), а также волатильность цен. Нормативные сложности (лицензирование, постановка на баланс, статус отходов) замедляют запуск; экологические риски от цианида и рекультивации конфликтуют с оптимизацией [Быховский, Спорыхина, 2011].

Рынок технологий извлечения золота из техногенных месторождений в России находится на стадии становления и ориентирован на импортозамещение. Ключевые игроки – крупные фирмы (АО «Иргиредмет»,

ЗАО «Итомак», ООО НПК «Спирит», ТОО «Казахалтын Technology») с инжинирингом и кооперацией, а также НИИ (ЭКОН ИПКОН РАН, НИТУ МИСИС, ПГНИУ, ИНГГ СО РАН). Малые и средние компании (около 28 % добычи) – основные потребители технологий из-за своей гибкости, а крупные холдинги фокусируются на собственных активах.

Оптимальной является патентная охрана изобретений, обеспечивающая новизну комплексных цепочек. Коммерческая тайна и авторское право менее эффективны для масштабирования. Это влияет на выбор более подходящей формы коммерциализации, например: лицензирование, кооперация с индустриальным партнером, инжиниринг, а для конкретных научных разработок ИНГГ СО РАН – передача прав совместно предприятию или полная продажа.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общий процесс формирования стратегических альтернатив основан на системном анализе внешней среды, внутренних ресурсов и сценариев развития с использованием матриц вариантов. Методические особенности включают итеративный подход: от идентификации ключевых факторов успеха к ранжированию альтернатив по критериям эффективности и рискам, что позволяет перейти от обзора коммерциализации к алгоритмизации выбора оптимального пути [Дмитриева, Ильинова, 2016].

Методологической основой исследования является сценарный подход к стратегическому управлению, рекомендованный для капиталоемких и высокорегулируемых отраслей, где неопределенность высока, а традиционные модели внедрения инноваций часто неработоспособны. Разработан алгоритм формирования стратегических альтернатив коммерциализации технологии извлечения золота из техногенных месторождений, включающий: анализ технологии и ее конкурентных преимуществ; анализ рынка и целевой аудитории; выбор режима правовой охраны; формирование стратегических альтернатив; их экономическую оценку (на основе NPV и анализа чувствительности), а также качественную оценку рисков. В качестве эмпирической базы использованы: обзор российских и зарубежных подходов к коммерциализации, описание рынка техногенного золота, анализ ключевых игроков и их стратегий, патентный анализ и результаты экономических расчетов по четырем сценариям коммерциализации.

**Содержание стратегических альтернатив.** Содержание стратегических альтернатив опирается на предпосылку, что они должны соответствовать специфике отрасли извлечения золота из техногенных месторождений. Во-первых, альтернативы выводятся из алгоритма, включающего последовательный анализ уникальных свойств технологии, структуры и динамики целевого рынка и барьеров входа, что позволяет за-

фиксировать возможные форматы взаимодействия разработчика с существующими игроками. Во-вторых, принципиальной основой дифференциации стратегий выступает способ правовой охраны и распоряжения исключительными правами: от сохранения контроля и совместной реализации до полного отчуждения технологии. В-третьих, каждая альтернатива конструируется как баланс преимуществ и ограничений по набору финансовых и нефинансовых критериев (NPV, распределение рисков, скорость выхода на рынок, степень управляемости развитием технологии). Наконец, стратегии соотносятся с целями и риском для разработчиков: от ориентации на долгосрочное масштабирование технологии и укрепление рыночных позиций компании до приоритета быстрого извлечения дохода при минимизации последующих издержек и отказе от участия в дальнейшей капитализации технологии.

Первая стратегическая альтернатива – *продолжение деятельности в рамках института* – предполагает отсутствие нового юридического лица и сохранение всех прав на разработку за ИНГГ СО РАН. Доходы разработчиков технологии в этом сценарии формируются через гранты, хоздоговоры и заработную плату сотрудников, а институт несет основные расходы на НИОКР и инфраструктуру. Преимуществами являются снижение предпринимательских рисков для команды и использование уже существующей научной и материальной базы; недостатками – ограниченная свобода в управлении финансами и стратегией, слабая мотивация коллектива через доленое участие в прибыли и ограниченный объем доступных инвестиций (рис. 1).

Вторая альтернатива – *выделение отдельного юридического лица (спин-офф)* – ориентирована на создание компании, специализирующейся на коммерциализации комплекса технологий, с возможным участием института и разработчиков в капитале. Такой подход увеличивает управленческую гибкость, позволяет привлекать частные инвестиции и формировать собственную клиентскую базу, однако требует существенных первоначальных вложений и сопровождается высокой чувствительностью NPV к изменениям доходов, стоимости оборудования, маркетинговых и операционных расходов (рис. 2).

Третья альтернатива – *слияние с крупным игроком (золотодобывающей или инжиниринговой компанией)* – предполагает передачу технологии и/или патента в структуру крупного партнера при сохранении команды и долевого участия в результатах (рис. 3).

Четвертая альтернатива – *отчуждение исключительного права* – включает продажу патента или его передачу в рамках сделки M&A без сохранения управленческого контроля разработчиков. Этот вариант обеспечивает разовый доход и снимает с команды операционные риски, но лишает ее участия в будущих потоках доходов и стратегическом влиянии на развитие технологии (рис. 4).

В совокупности четыре сценария представляют спектр от консервативной модели (институт) к максимально рыночной (спин-офф и полная продажа), что позволяет сопоставить их по финансовым и нефинансовым критериям.

**Алгоритм формирования и выбора стратегий коммерциализации.** Предлагаемый алгоритм формирования и выбора стратегических альтернатив ком-



Рис. 1. Схема стратегической альтернативы коммерциализации «деятельность в рамках института»

Fig. 1. A flowchart of the strategic commercialization alternative "Operating within the Institute"



Рис. 2. Схема стратегической альтернативы коммерциализации «выделение отдельного юридического лица»

Fig. 2. A flowchart of the strategic commercialization alternative "Forming a separate legal entity"

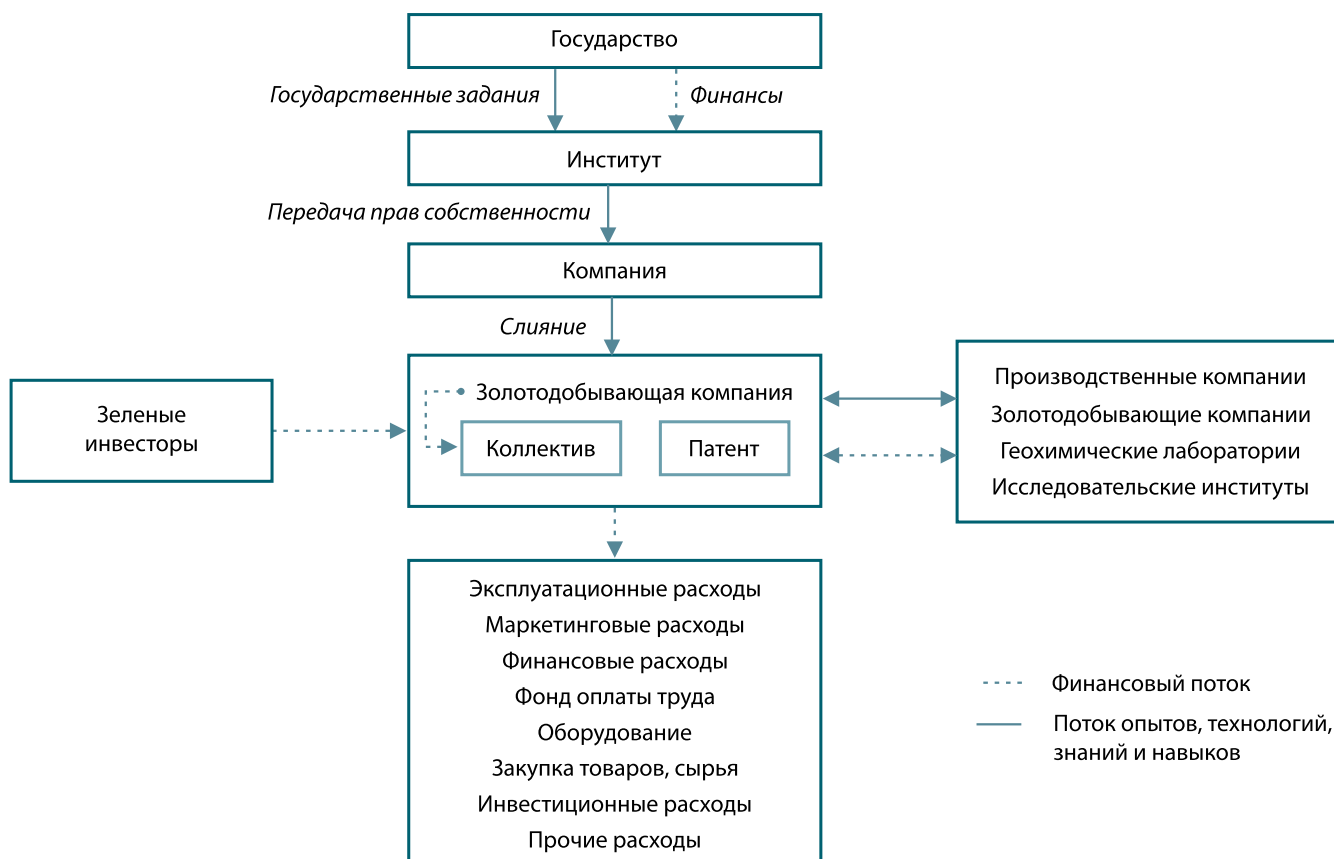


Рис. 3. Схема стратегической альтернативы коммерциализации «слияние с более крупным игроком»

Fig. 3. A flowchart of the strategic commercialization alternative "Merging with a larger player"

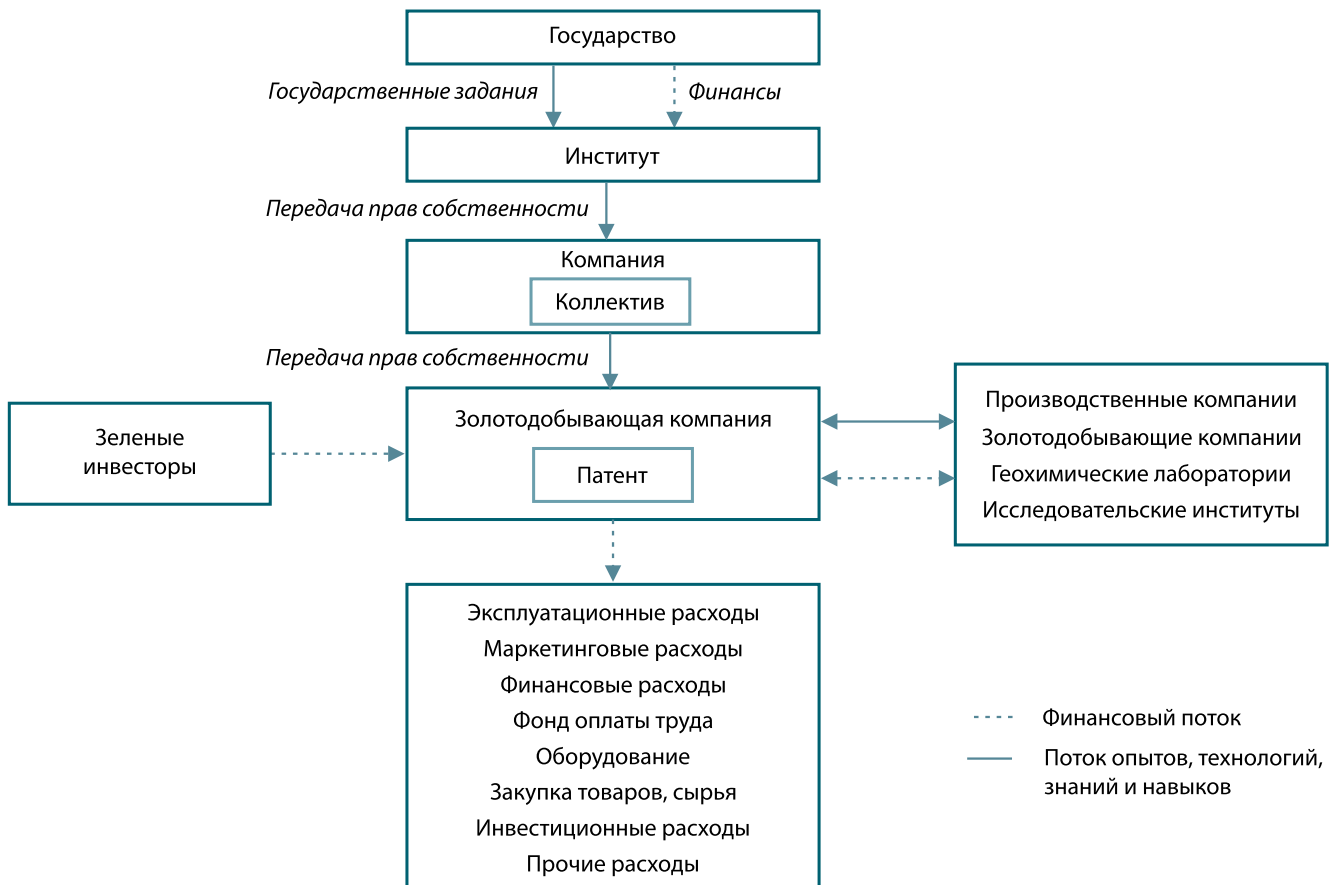


Рис. 4. Схема стратегической альтернативы коммерциализации «отчуждение исключительного права»

Fig. 4. A flowchart of the strategic commercialization alternative "Alienating the exclusive right"

мерциализации технологии включает шесть этапов, ориентированных на совмещение технологического, рыночного и правового анализа (рис. 5).

На первом этапе проводится декомпозиция технологии, выявляются ее уникальные преимущества (комплексность, адаптивность к формам залегания, экологический эффект), а также ограничения (зависимость от качества геохимических данных, необходимость предварительных исследований).

На втором этапе анализируется рынок: оценка состояния сегмента техногенного золота, идентификация факторов спроса (экологические тренды, импортозамещение, расширение ресурсной базы), определение целевой аудитории (прежде всего малые и средние золотодобывающие компании) и конкурентов.

Третий этап предполагает выбор режима правовой охраны, включая патентный поиск и обоснование применения патента на изобретение для защиты технологической цепочки.

На четвертом этапе формируется набор стратегических альтернатив коммерциализации, согласованный с ресурсами команды и институциональными ограничениями. В рассматриваемом случае выделено четыре базовых сценария: деятельность в рамках института, выделение отдельного юридического лица, слияние с крупным игроком и отчуждение исключительного права.

Пятый этап включает экономическую оценку сценариев по показателю NPV и анализ чувствительности к ключевым параметрам (доходы, капитальные вложения, эксплуатационные расходы, ставка дисконтирования, налоги), а шестой – качественную оценку рисков (финансовых, институциональных, рыночных, управленческих) с последующей интегральной сравнительной оценкой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Экономическая оценка сценариев.** Финансовая оценка стратегических альтернатив основана на расчетах NPV с горизонтом планирования до 2030 г. и анализе чувствительности к изменению ключевых параметров на  $\pm 10-50\%$ .

Для сценария деятельности в рамках института NPV определяется главным образом структурой грантов, хоздоговоров и общехозяйственных расходов; при росте доходов от контрактов и грантов на 30–50% значение NPV существенно увеличивается, тогда как чувствительность к изменению общих расходов ниже. Этот сценарий характеризуется умеренной доходностью, но устойчивостью к рыночным колебаниям, поскольку значительную часть рисков принимает на себя институт.



*Рис. 5. Алгоритм формирования стратегических альтернатив коммерциализации в отрасли извлечения золота из техногенных месторождений*

*Fig. 5. An algorithm for developing strategic commercialization alternatives in the industry of gold extraction from man-made deposits*

Сценарий выделения отдельного юридического лица демонстрирует высокую вариативность NPV: снижение цен на геохимические анализы и стоимость крупных договоров на 30–50 % приводит к существенному ухудшению показателя, тогда как рост этих доходов способен сделать проект высокорентабельным (табл. 1). Наибольшую чувствительность NPV проявля-

ет к колебаниям выручки, заработной платы, ставки дисконтирования и капитальных затрат на оборудование, что подтверждает высокие предпринимательские риски данного сценария.

Для сценариев слияния с крупным игроком и отчуждения прав решающую роль играют условия сделки (размер вознаграждения за лицензии, стоимость

*Таблица 1 – Сравнение стратегических альтернатив коммерциализации с финансовой точки зрения, р.*  
*Table 1 – Finance-based comparison of strategic commercialization alternatives, rubles*

Показатель	Деятельность в рамках института	Выделение отдельного юридического лица	Слияние с крупным игроком	Отчуждение исключительного права
Доходы	16 855 670	43 064 043	19 410 000	10 000 000
Расходы	633 333	33 099 535	1 022 400	979 400
Себестоимость и административные расходы, в том числе:	633 333	30 281 375		
зарплата	–	23 302 500		
сырье и материалы	–	2 295 241	–	–
аренда	–	2 150 000		
амортизация	–	1 302 494		
общепроизводственные расходы	633 333	271 763		
Коммерческие расходы	–	2 179 359	378 200	695 200
Финансовые расходы	–	438 600	60 000	100 000
Прочие расходы	–	200 200	584 200	184 200
Налоги	–	1 992 902	356 400	594 000
Прибыль	16 222 337	7 971 607	18 031 200	8 426 600
Период планирования	5 лет	5 лет	5 лет	5 лет
NPV, р.	8 902 175	1 030 835	7 493 151	4 592 001
Срок окупаемости	1 мес.	55 мес. (4 г. 7 мес.)	31 мес. (2 г. 7 мес.)	28 мес. (2 г. 4 мес.)

прав, уровень инвестиционных и маркетинговых расходов) и ставка дисконтирования: при неблагоприятных условиях NPV может снижаться значительно, чем при реализации технологии через институт.

**Качественная оценка рисков.** Качественная оценка стратегических альтернатив включала анализ вероятности и значимости рисков по нескольким блокам: рыночные, организационно-управленческие и технологические (табл. 2). Описание рисков каждой из стратегических альтернатив дополнено результатами количественного финансового анализа (см. табл. 1), а также прочими рисками, которые включают геополитические, кадровые и юридические.

Для сценария ведения деятельности в рамках исследовательского института суммарный риск оценивается как умеренный, при этом ключевыми выступают рыночные и организационно-управленческие факторы. Ограниченные маркетинговые возможности, слабая ориентация институциональной среды на коммерциализацию и сложные бюрократические процедуры повышают риск низкой скорости выхода технологии на рынок и потери части рыночного потенциала. Технологические риски сдерживаются наличием научной инфраструктуры и доступа к исследовательским ресурсам, однако это не компенсирует недостаток стимулов к масштабированию и активному продвижению разработок. Кадровые риски проявляются преимущественно в виде ограниченной мотива-

ции сотрудников к предпринимательской активности, при этом стабильность занятости сглаживает вероятность резких кадровых потерь. Юридические и геополитические риски для данного сценария сопоставимы с другими альтернативами и воспринимаются как внешние ограничители, не являющиеся доминирующими при выборе стратегии.

Стратегия выделения отдельного юридического лица демонстрирует наибольший совокупный риск за счет накопления организационно-управленческих и кадровых угроз. Высокая степень автономии и предпринимательская направленность сопровождаются дефицитом компетенций в области маркетинга и экономики, что затрудняет формирование устойчивой бизнес-модели и способно замедлять выход на рынок. Наиболее значимыми являются кадровые риски: повышенная нагрузка, ненормированный график и необходимость совмещения функций усиливают вероятность «выгорания» и потери ключевых специалистов. Технологические риски увеличиваются вследствие ограниченности финансовых ресурсов и потребности в постоянных доработках комплекса решений, тогда как юридические и геополитические риски остаются на отраслевом уровне. В результате данная альтернатива обладает высоким предпринимательским потенциалом, но сопровождается максимальной чувствительностью к ошибкам управления и кадровым потерям.

Таблица 2 – Сравнение стратегических альтернатив коммерциализации с точки зрения рисков  
Table 2 – Risk-based comparison of strategic commercialization alternatives

Критерий	Работа в рамках института	Выделение отдельного юридического лица	Слияние с более крупным игроком	Продажа (отчуждение прав собственности)
<i>Рыночные риски</i>				
Возможность использования инструментов для продвижения на рынке	Низкая	Высокая	Высокая	Зависит от покупателя
Потенциальная конкурентоспособность	Низкая	Высокая	Высокая	Зависит от покупателя
Взаимодействие с партнерами	Ограниченное	Широкое в перспективе, ограниченное в начале работы организации	Широкое	Отсутствует
<i>Организационно-управленческие риски</i>				
Структура принятия решения	Наличие строгой иерархии	Гибкая	Наличие определенной иерархии	Отсутствует
Автономность	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая
Ресурсы	Низкие	Средние	Высокие	Зависят от компании
Юридические и административные барьеры	Высокие	Средние	Средние	Низкие
Мотивация команды	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая
<i>Технологические риски</i>				
Скорость внедрения технологии	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Перспектива совершенствования технологии	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая
Масштабируемость	Низкая	Высокая	Высокая	Зависит от компании
Контроль над технологией	Высокий	Высокий	Средний	Низкий

Сценарий слияния с крупным игроком характеризуется сбалансированным профилем рисков при высокой экономической привлекательности. Рыночные риски снижаются за счет использования бренда, каналов сбыта и институциональных возможностей крупной компании, что ускоряет внедрение технологии и расширяет доступ к клиентской базе. Технологические риски компенсируются доступом к производственной и исследовательской инфраструктуре партнера, возможностью финансирования доработок и масштабирования решений. Вместе с тем возрастает значимость юридических рисков, связанных со сложностью процедуры слияния, перераспределением прав на результаты интеллектуальной деятельности и возможными конфликтами интересов. Организационно-управленческие и кадровые риски принимают форму зависимости развития технологии от стратегических решений крупной компании и вероятности использования коллектива в рамках жесткой корпоративной иерархии, однако остаются управляемыми. В совокупности это позволяет рассматривать слияние как наиболее сбалансированную альтернативу с точки зрения соотношения экономического эффекта и уровня риска.

При стратегии продажи технологии (отчуждения исключительного права) совокупный риск для коллектива разработчиков минимизируется, однако снижается и стратегическое участие в дальнейшем развитии проекта. Организационно-управленческие и кадровые риски после завершения сделки фактически исчезают, так как ответственность за внедрение и развитие технологии переходит к покупателю. Рыночные и технологические риски концентрируются на стороне приобретающей компании и зависят от ее способности интегрировать комплекс решений в собственную производственную и сбытовую систему. Юридические риски носят точечный характер и связаны главным об-

разом с корректностью оформления договора отчуждения и оценкой стоимости прав. Геополитические риски, как и в других сценариях, обусловлены внешней средой и не являются определяющими при оценке самой сделки. Несмотря на низкую рискованность для разработчиков, данная стратегия ограничивает возможности участия в будущей капитализации технологии и не обеспечивает долгосрочного влияния на ее развитие.

На основе полученных количественных оценок была составлена «роза рисков», позволяющая наглядно отразить распределение групп рисков для каждой из разработанных стратегических альтернатив (рис. 6).

Сопоставление стратегических альтернатив по совокупности качественных критериев показывает, что наиболее сбалансированной с точки зрения сочетания экономической привлекательности и умеренного уровня суммарного риска является стратегия слияния с крупным игроком.

Полученные результаты демонстрируют, что выбор стратегии коммерциализации в сегменте техногенного золота не может основываться только на максимизации NPV, необходима интегрированная оценка, учитывающая институциональные ограничения, мотивы разработчиков и долгосрочные отраслевые тренды. Сценарий деятельности в рамках института обеспечивает устойчивость и соответствие академической логике развития, но не раскрывает полностью рыночный потенциал технологии и слабо стимулирует активное продвижение решений на рынке. Создание отдельной компании теоретически позволяет максимизировать экономический эффект, однако требует высокой готовности команды к принятию предпринимательского риска и наличия партнеров или инвесторов, что в текущих условиях выглядит ограниченно реализуемым.

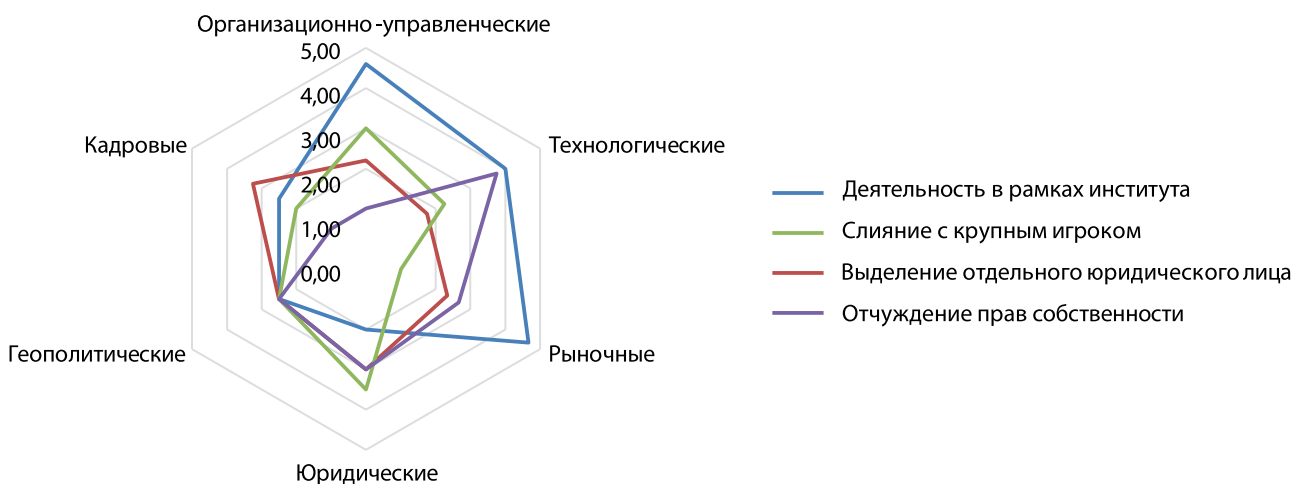


Рис. 6. «Роза рисков» для стратегических альтернатив коммерциализации технологии

Fig. 6. A wind rose diagram of strategic alternatives for commercializing technology

Слияние с крупным игроком (золотодобывающей или сервисной компанией) представляет собой компромисс между стратегией минимизации рисков и стремлением к долгосрочному росту стоимости технологии. В этом случае команда сохраняет вовлеченность в развитие инновации, получает доступ к ресурсам партнера, а технология имеет шанс на широкое промышленное внедрение. Наиболее рискованной и наименее предпочтительной с позиции долгосрочного развития выглядит полная продажа исключительных прав, целесообразная лишь при отсутствии возможности обеспечить внедрение технологии другими способами.

Для управления коммерциализацией технологии ИНГГ СО РАН предлагается:

- закрепить патентную защиту в форме изобретения с оптимальной структурой правообладателей;
- использовать предложенный алгоритм для регулярной переоценки стратегий с учетом динамики рынка и регулирования;
- ориентироваться на сценарий слияния или глубокой промышленной кооперации с крупным золотодобывающим или инжиниринговым партнером, сочетая лицензионные и инжиниринговые формы коммерциализации.

Такой управленческий подход позволяет не только повысить экономическую отдачу от комплекса технологических решений, но и обеспечить вклад в достижение экологических и ресурсных целей российской золотодобывающей отрасли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техногенные месторождения следует рассматривать не как побочный продукт горнодобывающей деятельности, а как самостоятельный класс стратегических минерально-сырьевых объектов, формирующий новый сегмент рынка технологий извлечения золота и требующий специфических механизмов коммерциализации. Систематизация теоретических подходов и практик показала, что существующие модели коммерциализации инноваций (линейные, функциональные, гибридные) недостаточны для описания высокорискованных капиталоемких проектов в золоторудной отрасли, поэтому обоснована необходимость интеграции сценарного подхода, правовой экспертизы и финансового моделирования в единую рамку принятия решений.

Предложенный алгоритм формирования и выбора стратегических альтернатив коммерциализации представляет универсальную методическую конструкцию для капиталоемких ресурсных технологий, которая задает последовательность анализа технологии, рынка, субъектной структуры, режимов охраны интеллектуальной собственности, финансовых показателей и рисков, что может быть перенесено на другие направления недропользования и применения техногенного сырья.

Показано, что инновационный комплекс технологических решений по извлечению золота из хвостохранилищ обладает двойственной природой ценности – экономической и экологической, тем самым формируя новый тип объектов коммерциализации – «технологии устойчивого развития», для которых рыночный успех напрямую связан с достижением экологических и климатических целей государственной политики. Многофакторный анализ четырех стратегических альтернатив (институт, отдельное юрлицо, слияние, отчуждение прав) демонстрирует, что выбор формы коммерциализации определяет не только профиль финансовых показателей, но и траекторию институционального развития команды, степень контроля над технологией и глубину участия в формировании нового отраслевого рынка, что придает управленческим решениям долгосрочный, стратегический характер. Большим потенциалом коммерциализации обладает модель выделения отдельного юридического лица, обеспечивая максимальную управленческую гибкость, возможность масштабирования, формирования партнерских сетей и аккумулирования компетенций, что делает данную форму институциональной базой роста нового технологического игрока на рынке техногенных месторождений.

С практической точки зрения полученные результаты создают инструмент поддержки управленческих решений для научных коллективов, институтов и горнодобывающих компаний: сформированные и оцененные сценарии позволяют осознанно выбирать форму коммерциализации с учетом доходности, рисков, степени контроля над технологией и экологических эффектов. Это повышает вероятность доведения инновационных технологий переработки хвостохранилищ до рынка и ускоряет превращение техногенных объектов из источника экологических угроз в стратегический ресурс. ■

## Источники

- Архипов А.В., Решетняк С.П. (2017). Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография. Апатиты: КНЦ РАН.
- Белозерцев О.В. (2009). Формирование стратегических альтернатив развития угледобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. Т. 2, № 12. С. 61–70.
- Боровков А.И., Афанасьева О.В., Дятлова Д.Д., Гусева В.А., Забора Е.А., Минина Ю.В. (2024). Опыт управления интеллектуальной собственностью в университетах // Инновации. № 4 (300). С. 3–15.

- Боровская М.А., Афанасьев А.А., Никитаева А.Ю., Федосова Т.В., Кононенко А.В. (2024). Стратегические подходы к управлению интеллектуальной собственностью и капитализацией знаний в научно-образовательных организациях // Вестник ФИПС. Т. 3, № 4. С. 384–393.
- Быховский Л.З., Спорыхина Л.В. (2011). Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. № 4. С. 15–20.
- Голобокова Г.М. (2025). Коммерциализация и стандартизация в сфере интеллектуальной собственности // Профессорский журнал. Серия: Экономические науки. № 1 (5). С. 3–15. <https://doi.org/10.18572/3034-2341-2025-1-5-2-15>
- Дмитриева Д.М., Ильинова А.А. (2016). Формирование подхода к стратегическому управлению компаниями горнохимического комплекса в условиях динамизма внешней среды // Вестник евразийской науки. Т. 8, № 2. <https://doi.org/10.15862/61EVN216>
- Егиазарян А.В. (2025). Риски коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности: методы оценки // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Т. 22, № 2. С. 34–46. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2025-2-34-46>
- Заковалов М.А. (2018). Проблемы коммерциализации результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в России // Политехнический молодежный журнал. № 3. <https://doi.org/10.18698/2541-8009-2018-3-281>
- Киселевич А.И. (2019). Понятие «коммерциализация инноваций» в научной литературе // Молодежь в науке и предпринимательстве: сб. тр. VIII Междунар. форума молодых ученых (Гомель, 15–17 мая 2019 г.). Гомель: Изд-во БТЭУ ПК. С. 162–165.
- Киселевич А.И. (2022). Модели содействия коммерциализации инноваций на микроуровне // Международные отношения: история, теория, практика: сб. тр. XII науч.-практ. конф. (Минск, 3 февраля 2022 г.). Минск: Изд-во БГУ. С. 235–240.
- Константинова Л.В., Петров А.М., Штырно Д.А. (2025). Инвестиционная модель финансирования НИОКР вуза: теоретическая конструкция и практические решения // Высшее образование в России. Т. 34, № 10. С. 103–130. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2025-34-10-103-130>
- Неволин А.Е., Череповицын А.Е., Соловьева В.М. (2023). Методы формирования стратегических альтернатив для горно-металлургических компаний на примере ПАО «ГМК „Норильский никель“» // Север и рынок: формирование экономического порядка. Т. 26, № 3. С. 44–60. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2023.81.003>
- Подборнова Е.С. (2024). Развитие интеллектуальной собственности в инновационной экономике России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. Т. 15, № 1. С. 87–94. <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2024-15-1-87-94>
- Савченков С.А., Александрова Д.Д. (2024). Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности через создание малых инновационных предприятий в российских университетах // Экономика. Право. Инновации. № 3. С. 12–18. <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-12-18>
- Хакимов К.Ж., Каюмов О.А., Шукуров А.Ю. (2022). Изучение технологии извлечения благородных металлов из хвостов Чадакской ЗИФ // Universum: технические науки. № 3-2 (96). С. 25–28.
- Anderson B.J., Leonchuk O., O'Connor A.C., Shaw B.K., Walsh A.C. (2022). Insights from the evaluations of the NIH centers for accelerated innovation and research evaluation and commercialization hubs programs. *Journal of Clinical and Translational Science*, vol. 6, issue 1, e7. <https://doi.org/10.1017/cts.2021.878>
- Andrew J.P., Sirkin H.L., Butman J. (2007). *Payback: Reaping the rewards of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Ardito L., Svensson R. (2024). Sourcing applied and basic knowledge for innovation and commercialization success. *The Journal of Technology Transfer*, vol. 49, pp. 959–995. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10011-3>
- Borrás S., Gerli F., Cenzato R. (2024). Technology transfer offices in the diffusion of transformative innovation: Rethinking roles, resources, and capabilities. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 200, 123157. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123157>
- Ermini B., Papi L., Scaturro F. (2019). Wage returns to interregional mobility among Ph.D graduates: Do occupations matter? *Papers in Regional Science*, vol. 98, issue 2, pp. 995–1026. <https://doi.org/10.1111/pirs.12375>
- Fasi M.A. (2022). An overview on patenting trends and technology commercialization practices in the university Technology Transfer Offices in USA and China. *World Patent Information*, vol. 68, 102097. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2022.102097>
- Fehder D.C., Hausman N., Hochberg Y.V. (2025). Innovation and capital. *Journal of Financial Economics*, vol. 169, 104029. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2025.104029>
- Fini R., Perkmann M., Kenney M., Maki K.M. (2023). Are public subsidies effective for university spinoffs? Evidence from SBIR awards in the University of California system. *Research Policy*, vol. 52, issue 1, 104662. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104662>
- Goldsmith R. (2003). Commercialization the process of turning innovations into enterprises. *American Venture Magazine*.
- Halilem N., Diop B. (2025). “Meet me at the backdoor”: A multiple case study of academic entrepreneurs bypassing their technology transfer offices. *Research Policy*, vol. 54, issue 2, 105156. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2024.105156>
- Huian M.C., Curea M., Apostol C. (2024). The association between governance mechanisms and engagement in commercialisation and entrepreneurship of Romanian public research institutes. *Heliyon*, vol. 10, issue 15, e34909. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34909>
- Intarakumnerd P., Goto A. (2018). Role of public research institutes in national innovation systems in industrialized countries: The cases of Fraunhofer, NIST, CSIRO, AIST, and ITRI. *Research Policy*, vol. 47, issue 7, pp. 1309–1320. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.04.011>

- Kant L., Shahid F. (2022). Managing intellectual property and technology commercialization: Experiences, success stories and lessons learnt – A case study from Vivekananda Institute of Hill Agriculture, India. *The Journal of World Intellectual Property*, vol. 25, issue 1, pp. 143–156. <https://doi.org/10.1111/jwip.12212>
- Lages L.F., Catarino N., Gomes E., Toh P., Reis-Marques C., Mohr M., ... Schmidt G. (2023). Solutions for the commercialization challenges of Horizon Europe and earth observation consortia: Co-creation, innovation, decision-making, tech-transfer, and sustainability actions. *Electronic Commerce Research*, vol. 23, pp. 1621–1663. <https://doi.org/10.1007/s10660-023-09675-8>
- Malec M., Stańczak L., Ricketts B. (2020). Integrated commercialization model of research and development project results. *Management Systems in Production Engineering*, vol. 28, issue 4, pp. 228–239. <https://doi.org/10.2478/mspe-2020-0033>
- Miteu G.D. (2024). Patenting: The Bayh–Dole Act and its transformative impact on science innovation and commercialization. *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 86, no. 6, pp. 3192–3195. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000002047>
- Ouellette L.L., Tutt A. (2020). How do patent incentives affect university researchers? *International Review of Law and Economics*, vol. 61, 105883. <https://doi.org/10.1016/j.irle.2019.105883>
- Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., Autio E., Broström A., D’Este P., ... Sobrero M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, vol. 42, issue 2, pp. 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- Pujotomo D., Ma’aram A., Isyraf M.I., Hassan S.A.H.S., Sutopo W. (2025). The scenario of accelerating technology commercialization at research university, a system dynamics approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, issue 1, 100497. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100497>
- Rothwell R. (1993). The changing nature of the innovation process. *Technovation*, vol. 13, issue 1, pp. 1–2. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(93\)90009-K](https://doi.org/10.1016/0166-4972(93)90009-K)
- Subramanian A.M., Nishant R., Van De Vrande V., Hang C.C. (2022). Technology transfer from public research institutes to SMEs: A configurational approach to studying reverse knowledge flow benefits. *Research Policy*, vol. 51, issue 10, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104602>

### References

- Arkhipov A.V., Reshetnyak S.P. (2017). *Technogenic deposits. Mining and formation*. Apatity: Kola Science Centre of the RAS. (in Russ.)
- Belozertsev O.V. (2009). Forming the strategic alternatives for developing the coal mining enterprises. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) / Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*, vol. 2, no. 12, pp. 61–70. (in Russ.)
- Borovkov A.I., Afanas’eva O.V., Dyatlova D.D., Guseva V.A., Zabora E., Minina Yu.V. (2024). Experience in intellectual property management at universities. *Innovatsii / Innovations*, no. 4 (300), pp. 3–15. (in Russ.)
- Borovskaya M.A., Afanasyev A.A., Nikitaeva A.Yu., Fedosova T.V., Kononenko A.V. (2024). Strategic approaches to intellectual property management and knowledge capitalization in scientific and educational organizations. *Vestnik FIPS / Bulletin of Federal Institute of Industrial Property*, vol. 3, no. 4, pp. 384–393. (in Russ.)
- Bykhovskiy L.Z., Sporykhina L.V. (2011). Industrial waste as a reserve to replenish mineral resources: Status and development problems. *Mineralnye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie / Mineral Resources of Russia. Economics and Management*, no. 4, pp. 15–20. (in Russ.)
- Golobokova G.M. (2025). Commercialization and standardization in the field of intellectual property. *Professorskiy zhurnal. Seriya: Ekonomicheskie nauki / The Professorial Journal. Series: Economic Sciences*, no. 1 (5), pp. 3–15. <https://doi.org/10.18572/3034-2341-2025-1-5-2-15>. (in Russ.)
- Dmitrieva D.M., Ilinova A.A. (2016). Formation of the approach to strategic management of mining and chemical complex’ companies in conditions of the external environment dynamism. *Naukovedenie / Science Studies*, vol. 8, no. 2. <http://dx.doi.org/10.15862/61EVN216>. (in Russ.)
- Egiazaryan A.V. (2025). Risks of commercialization of intellectual work results: Appraisal methods. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova / Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, vol. 22, no. 2, pp. 34–46. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2025-2-34-46>. (in Russ.)
- Zakovalov M.A. (2018). The problems of scientific-research and experimental-design works results commercialization in Russia. *Politekhnikeskii molodezhnyy zhurnal / Polytechnical Student Journal*, no. 3. <https://doi.org/10.18698/2541-8009-2018-3-281>. (in Russ.)
- Kiselevich A.I. (2019). The concept of commercialization of innovations in the scientific literature (pp. 162–165). In: N.V. Kuznetsov. (Ed.). *Proc. of the 8th Int. forum for young scientists “Young people in science and entrepreneurship”* (Gomel, May 15–17, 2019). Gomel: Belarusian Trade and Economics University of Consumer Cooperatives. (in Russ.)
- Kiselevich A.I. (2022). Models for promoting the commercialization of innovation at the micro level (pp. 235–240). In: E.A. Dostanko. (Ed.). *Proc. of the 12th sci.-pract. conf. “International relations: History, theory, practice”* (Minsk, February 3, 2022). Minsk: Belarusian State University. (in Russ.)
- Konstantinova L.V., Petrov A.M., Shtykhno D.A. (2025). An investment model for university R&D financing: Theoretical framework and practical solutions. *Vysshiee obrazovanie v Rossii / Higher Education in Russia*, vol. 34, no. 10, pp. 103–130. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2025-34-10-103-130>. (in Russ.)

- Nevolin A.E., Cherepovitsyn A.E., Solovyova V.M. (2023). Methods for developing strategic alternatives in the mining and metals sector: A case study of Nornickel. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka / The North and the Market: Forming the Economic Order*, vol. 26, no. 3, pp. 44–60. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2023.81.003>. (in Russ.)
- Podbornova E.S. (2024). Development of intellectual property in the innovative economy of Russia. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie / Vestnik of Samara University. Economics and Management*, vol. 15, no. 1, pp. 87–94. <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2024-15-1-87-94>. (in Russ.)
- Savchenkov S.A., Aleksandrova D.D. (2024). Commercialization of the results of intellectual activity through the creation of small innovative enterprises in Russian universities. *Ekonomika. Pravo. Innovatsii / Economics. Law. Innovation*, no. 3, pp. 12–18. <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-12-18>. (in Russ.)
- Khakimov K.Zh., Kayumov O.A., Shukurov A.Yu. (2022). Studying the technology of recovery of precious metals from the tails of the Chadak GRP. *Universum: tekhnicheskie nauki / Universum: Engineering Sciences*, no. 3-2 (96), pp. 25–28. (in Russ.)
- Anderson B.J., Leonchuk O., O'Connor A.C., Shaw B.K., Walsh A.C. (2022). Insights from the evaluations of the NIH centers for accelerated innovation and research evaluation and commercialization hubs programs. *Journal of Clinical and Translational Science*, vol. 6, issue 1, e7. <https://doi.org/10.1017/cts.2021.878>
- Andrew J.P., Sirkin H.L., Butman J. (2007). *Payback: Reaping the rewards of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Ardito L., Svensson R. (2024). Sourcing applied and basic knowledge for innovation and commercialization success. *The Journal of Technology Transfer*, vol. 49, pp. 959–995. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10011-3>
- Borrás S., Gerli F., Cenzato R. (2024). Technology transfer offices in the diffusion of transformative innovation: Rethinking roles, resources, and capabilities. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 200, 123157. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123157>
- Ermini B., Papi L., Scaturro F. (2019). Wage returns to interregional mobility among Ph.D graduates: Do occupations matter? *Papers in Regional Science*, vol. 98, issue 2, pp. 995–1026. <https://doi.org/10.1111/pirs.12375>
- Fasi M.A. (2022). An overview on patenting trends and technology commercialization practices in the university Technology Transfer Offices in USA and China. *World Patent Information*, vol. 68, 102097. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2022.102097>
- Fehder D.C., Hausman N., Hochberg Y.V. (2025). Innovation and capital. *Journal of Financial Economics*, vol. 169, 104029. <https://doi.org/10.1016/j.jfneco.2025.104029>
- Fini R., Perkmann M., Kenney M., Maki K.M. (2023). Are public subsidies effective for university spinoffs? Evidence from SBIR awards in the University of California system. *Research Policy*, vol. 52, issue 1, 104662. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104662>
- Goldsmith R. (2003). Commercialization the process of turning innovations into enterprises. *American Venture Magazine*.
- Halilem N., Diop B. (2025). “Meet me at the backdoor”: A multiple case study of academic entrepreneurs bypassing their technology transfer offices. *Research Policy*, vol. 54, issue 2, 105156. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2024.105156>
- Huian M.C., Curea M., Apostol C. (2024). The association between governance mechanisms and engagement in commercialisation and entrepreneurship of Romanian public research institutes. *Heliyon*, vol. 10, issue 15, e34909. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34909>
- Intarakumnerd P., Goto A. (2018). Role of public research institutes in national innovation systems in industrialized countries: The cases of Fraunhofer, NIST, CSIRO, AIST, and ITRI. *Research Policy*, vol. 47, issue 7, pp. 1309–1320. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.04.011>
- Kant L., Shahid F. (2022). Managing intellectual property and technology commercialization: Experiences, success stories and lessons learnt – A case study from Vivekananda Institute of Hill Agriculture, India. *The Journal of World Intellectual Property*, vol. 25, issue 1, pp. 143–156. <https://doi.org/10.1111/jwip.12212>
- Lages L.F., Catarino N., Gomes E., Toh P., Reis-Marques C., Mohr M., ... Schmidt G. (2023). Solutions for the commercialization challenges of Horizon Europe and earth observation consortia: Co-creation, innovation, decision-making, tech-transfer, and sustainability actions. *Electronic Commerce Research*, vol. 23, pp. 1621–1663. <https://doi.org/10.1007/s10660-023-09675-8>
- Malec M., Stańczak L., Ricketts B. (2020). Integrated commercialization model of research and development project results. *Management Systems in Production Engineering*, vol. 28, issue 4, pp. 228–239. <https://doi.org/10.2478/mspe-2020-0033>
- Miteu G.D. (2024). Patenting: The Bayh–Dole Act and its transformative impact on science innovation and commercialization. *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 86, no. 6, pp. 3192–3195. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000002047>
- Ouellette L.L., Tutt A. (2020). How do patent incentives affect university researchers? *International Review of Law and Economics*, vol. 61, 105883. <https://doi.org/10.1016/j.irle.2019.105883>
- Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., Autio E., Broström A., D’Este P., ... Sobrero M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, vol. 42, issue 2, pp. 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- Pujotomo D., Ma’aram A., Isyraf M.I., Hassan S.A.H.S., Sutopo W. (2025). The scenario of accelerating technology commercialization at research university, a system dynamics approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, issue 1, 100497. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100497>
- Rothwell R. (1993). The changing nature of the innovation process. *Technovation*, vol. 13, issue 1, pp. 1–2. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(93\)90009-K](https://doi.org/10.1016/0166-4972(93)90009-K)
- Subramanian A.M., Nishant R., Van De Vrande V., Hang C.C. (2022). Technology transfer from public research institutes to SMEs: A configurational approach to studying reverse knowledge flow benefits. *Research Policy*, vol. 51, issue 10, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104602>

**Информация об авторах****Филимонова Ирина Викторовна**

Доктор экономических наук, профессор, заведующий Центром экономики недропользования нефти и газа. **Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН**, г. Новосибирск, РФ. E-mail: filimonoivaiv@list.ru

**Юркевич Наталия Викторовна**

Доктор геолого-минералогических наук, профессор департамента рационального природопользования Института экологии. **Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы**, г. Москва, РФ. E-mail: yurkevich\_nv@pfur.ru

**Долганов Алексей Александрович**

Младший научный сотрудник лаборатории эколого-экономического моделирования техногенных систем. **Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН**, г. Новосибирск, РФ; ассистент кафедры политической экономики. **Новосибирский государственный университет**, г. Новосибирск, РФ. E-mail: dolganovaa@ipgg.sbras.ru

**Information about the authors****Irina V. Filimonova**

Dr. Sc. (Econ.), Professor, Head of the Center for Economics of Sub-surface Use of Oil and Gas. **Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS)**, Novosibirsk, Russia. E-mail: filimonoivaiv@list.ru

**Natalia V. Yurkevich**

Dr. Sc. (Geology and Mineralogy), Professor of Environmental Management Dept., Institute of Ecology. **Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)**, Moscow, Russia. E-mail: yurkevich\_nv@pfur.ru

**Aleksey A. Dolganov**

Junior Researcher of the Laboratory of Ecological and Economic Modelling of Man-Made Systems. **Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS)**, Novosibirsk, Russia; Junior Lecturer of Political Economy Dept. **Novosibirsk State University**, Novosibirsk, Russia. E-mail: dolganovaa@ipgg.sbras.ru