



Научная статья

УДК 628.477

<https://doi.org/10.24158/tipor.2025.2.21>

Возможности внедрения инновационных технологий в управление переработкой техногенных месторождений в Российской Федерации

Николай Васильевич Князев¹, Ольга Дмитриевна Лапина²

¹Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия, eko.07@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4084-1064>

²Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия, od.lapina@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9105-4342>

Аннотация. В данной статье освещаются особенности переработки современных техногенных месторождений на территории Российской Федерации. На основе анализа современной научной литературы авторами определены перспективы переработки таких месторождений в нашей стране. В публикации демонстрируются итоги логико-имитационного анализа, который позволяет оценить потенциал использования сырья из современных техногенных месторождений. Также рассматриваются возможности и роль искусственного интеллекта, блокчейна; дополненной, виртуальной, смешанной реальностей в рамках комплексной переработки техногенных месторождений вблизи крупных и крупнейших городов страны. В результате исследования было установлено, что в масштабах Российской Федерации возможно применение экспериментально-правового режима для внедрения инновационных технологий и решений компаниями с целью системной переработки действующих техногенных месторождений.

Ключевые слова: управление инновациями, техногенные месторождения, отходы, сфера вторичного сырья, факторы рынка вторичного сырья, особенности сферы вторичного сырья, вторичное сырье

Финансирование: инициативная работа.

Для цитирования: Князев Н.В., Лапина О.Д. Возможности внедрения инновационных технологий в управление переработкой техногенных месторождений в Российской Федерации // Теория и практика общественного развития. 2025. № 2. С. 160–166. <https://doi.org/10.24158/tipor.2025.2.21>.

Original article

Opportunities for Innovative Technologies Implementing in the Management of Technogenic Deposit Processing in the Russian Federation

Nikolai V. Knyazev¹, Olga D. Lapina²

¹Moscow University for Industry and Finance “Synergy”, Moscow, Russia, eko.07@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4084-1064>

²Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia, od.lapina@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9105-4342>

Abstract. This article highlights the specifics of processing modern man-made deposits in the Russian Federation. Based on the analysis of modern scientific literature, the authors have identified the prospects for processing such deposits in our country. The publication demonstrates the results of a logical simulation analysis, which makes it possible to assess the potential for using raw materials from modern man-made deposits. The possibilities and role of artificial intelligence, blockchain, augmented, virtual, and mixed realities in the complex processing of man-made deposits near large and major cities of the country are also being considered. As a result of the research, it was found that, on the scale of the Russian Federation, it is possible to apply an experimental legal regime for the introduction of innovative technologies and solutions by companies for the purpose of systematic processing of existing technogenic deposits.

Keywords: innovation management, technogenic deposits, waste, secondary raw materials sector, factors of the secondary raw materials market, features of the secondary raw materials sector, secondary raw materials

Funding: Independent work.

For citation: Knyazev, N.V. & Lapina, O.D. (2025) Opportunities for Innovative Technologies Implementing in the Management of Technogenic Deposit Processing in the Russian Federation. *Theory and Practice of Social Development*. (2), 160–166. Available from: [doi:10.24158/tipor.2025.2.21](https://doi.org/10.24158/tipor.2025.2.21) (In Russian).

Мировые и отечественные тенденции свидетельствуют о том, что техногенные месторождения, сформировавшиеся преимущественно в последние два столетия, становятся все более важными на фоне истощения легко доступных для освоения природных ресурсов и необходимости внедрения новых методов извлечения полезных материалов из менее богатых запасов. В этой связи согласимся с позицией плеяды ученых, таких как В.Е. Стровский, А.Н. Иванов, О.Г. Комарова:

«В современных условиях все более востребованным становится техногенный минеральный потенциал, который содержит огромное количество ценных компонентов, является источником изготовления продукции стройиндустрии, закладочных смесей и т. д.» (Стровский и др., 2024: 144).

В отечественной законодательной базе в рамках практической реализации «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года» планируется создать условия для освоения техногенных месторождений и извлечения ценных компонентов из вскрышных и вмещающих пород, а также попутных промышленных вод. С учетом развития рыночной экономики в России наблюдается тенденция расширения техногенных месторождений вблизи крупных и крупнейших городов. Обозначенное явление объясняется увеличением объемов производственной деятельности, урбанизацией и дополнительной потребностью в строительных материалах и ресурсах для промышленного производства. Активное освоение и переработка отходов, образующихся в процессе производственной и строительной деятельности, становятся элементами экономики замкнутого цикла, важными аспектами экономического развития в условиях ограниченности природных ресурсов и беспрецедентного санкционного давления со стороны недружественных стран. Проведенными исследованиями предшествующих двух десятилетий установлено, что вблизи отечественных городов совокупно накоплено более 100 млрд тонн техногенных отходов. Техногенные месторождения, образованные в окрестностях городских пространств, включают различные виды отходов: шлаки, хвосты обогащения, строительные отходы и другие материалы, которые на повседневной практике перерабатываются и используются в качестве вторичных ресурсов. Данное обстоятельство не только способствует улучшению экологической обстановки, но и помогает сократить затраты на добычу природных ресурсов, что особенно актуально в условиях рыночной экономики.

Кроме того, создание техногенных месторождений вблизи городов позволяет обеспечить более свободный доступ к ресурсам для строительных и промышленных нужд, сокращая логистические затраты, а также время транспортировки.

Таким образом, формирование техногенных месторождений вблизи российских городов является логичным шагом в условиях рыночной экономики, способствующим рациональному использованию ресурсов и улучшению экологической ситуации в урбанизированных регионах. Вместе с тем пролонгированное накопление отходов влечет за собой риски значительных экологических проблем, связанных с интоксикацией почвы и проникновением токсичных отходов в водоносный грунт. «Водоснабжение многих крупных городов страны (Москва, Санкт-Петербург, Саратов, Самара, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск и др.) полностью базируется на поверхностных водоисточниках – реках и водохранилищах» (Гуман, Антонова, 2024: 468).

Массовая и масштабная переработка различного сырья из техногенных месторождений становится крайне актуальной в контексте реализации дорожных карт «Стратегии развития промышленности России по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р (с изменениями от 13 октября 2022 г.) «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»¹. Важность более детального изучения техногенных залежей с целью дальнейшей переработки обусловлена тем, что они перемешиваются и структурно разрушаются в процессе хранения. Под воздействием природных процессов (выветривание, температурные воздействия, подтопления или временные затопления) образуются различные по площади локации, обогащенные полезными компонентами. Освоение подобных месторождений не только увеличивает минерально-сырьевую базу, но и положительно сказывается на экологической ситуации, особенно в регионах страны с горнодобывающими предприятиями (Красноярский край, Кемеровская область – Кузбасс, Свердловская и Челябинская области и др.). К настоящему времени государственными службами поставлено на баланс не менее 200 техногенных месторождений с обширными запасами черных, цветных, редкоземельных металлов, а также различных неметаллов.

Изучению возможностей переработки техногенных месторождений в различных субъектах Российской Федерации долгое время не уделялось должного внимания. Однако в последние годы в связи с фокусом на технологический суверенитет страны проведено множество научных исследований по их содержанию и специфике переработки. Современная классификация техногенных месторождений подразделяет их на группы: низкотемпературные и высокотемпературные, что влияет на химический состав. В научных трудах К.Н. Трубецкой, В.Н. Уманца, М.Б. Никитина и др. обособляются типы техногенных месторождений, основанные на процессах формирования: металлургическая переработка, добыча полезных ископаемых и химическое производство.

¹ Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р (с изменениями от 13 октября 2022 года). Доступ из проф. справ. системы «Кодекс».

Техногенные минеральные образования, возникающие в результате деятельности металлургической, топливно-энергетической и химической отраслей, обладают уникальными характеристиками. Металлургические шлаки и шламы представляют собой широкий спектр техногенно-минеральных образований, зависящих от специфики черной и цветной металлургии. Так, шлаки, образующиеся при никелевых и медеплавильных процессах, обладают различными химическими составами (Республика Татарстан, Кемеровская область – Кузбасс, Приморский край и др.).

Производства в сфере химической индустрии также генерируют специфические образования – красные шламы и отходы обогащения бокситов (Республика Бурятия, Иркутская и Свердловская области и др.).

Отходы энергетического производства – золошлаки – распространены, как правило, в регионах, где применяется угольное топливо для производства тепло- и электроэнергии (Омская и Новосибирская области, Кемеровская область – Кузбасс, Забайкальский край, Республика Бурятия и др.). Золошлаки находят перманентное применение в строительной индустрии и дорожном строительстве благодаря своей схожести с природными строительными материалами. Наряду с этим «золошлаковые отходы относятся к 5 классу опасности, т. е. наименее опасные, но с учетом их размещения на открытых земельных участках, при отсутствии переработки и вторичного использования, с каждым годом требуются большие площади для хранения» (Астафьева, 2024: 86).

В настоящее время основным направлением использования техногенно-минерального сырья является его применение в строительном комплексе и создании дорожной сети. Важно также учитывать возможность переработки специальных отвалообразующих руд для извлечения как рудных (цинк, никель, кобальт, титан, молибден, вольфрам и др.), так и нерудных компонентов (кварцевое или шпатовое сырье). Прирост научного знания последних десятилетий благодаря А.А. Зимину, Г.М. Кузнецову, В.А. Лукьянову, И.Н. Герасимову, А.В. Смирнову, С.А. Морозову, И.Ю. Тихонову, А.Ю. Николаеву, В.В. Федорову позволил классифицировать техногенные отходы по способу образования: шламонакопители, сухие отвалы и гидроотвалы. Следует отметить, что большинство существующих типов относится к горнодобывающей промышленности. В металлургии, сопряженной с медью, выделяются отвалы, связанные с добычей медных руд и металлургической переработкой, а также хвостохранилища (Забайкальский край, Красноярский край, Свердловская область и др.).

Образования, возникающие в нефтеперерабатывающей промышленности, также имеют свои уникальные особенности, включая отложения органических отходов, которые часто рассматриваются как неиспользуемый ресурс (Тюменская и Сахалинская области, Ханты-Мансийский автономный округ и др.).

Отечественный и зарубежный опыт в рамках переработки техногенных месторождений свидетельствует о том, что технологии постоянно совершенствуются и зависят от специфики хранилищ. Переработка техногенных месторождений представляет собой сложнейший процесс, который требует комплексного подхода и применения современных технологий для эффективного освоения и использования этих ресурсов. В условиях, когда ресурсное обеспечение становится все более актуальной задачей, эффективная переработка техногенных материалов может стать источником вторичных ресурсов, что существенно снизит зависимость от традиционных методов добычи. Для реализации этого сценарного плана важно учесть современное галопирующее развитие инновационных технологий: искусственного интеллекта, блокчейна, виртуальной и дополненной реальности. Вышеобозначенные технологии доказали свою эффективность при текущей добыче и переработке полезных ископаемых. Так, по мнению Ю.Н. Шедько, К.В. Харченко, С.А. Зуденкова, Е.И. Москвитина, Л.К. Бабаян, проведенные расчеты показывают, что наибольший экономический потенциал сосредоточен в области применения искусственного интеллекта для поддержки основных производственных процессов – добычи и транспортировки горной массы (Шедько и др., 2024: 121).

Анализ деятельности более 100 компаний, специализирующихся на переработке вторичных отходов, которые получили поддержку от институтов развития Российской Федерации (АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», некоммерческая организация Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Фонд «Сколково»), государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ», Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства (АО «Корпорация МСП»), АНО «Платформа Национальной технологической инициативы», ГБУ «Фонд развития промышленности») в период с 2022 по 2024 г., позволил выявить портфель применяемых ими технологий: искусственный интеллект, блокчейн; виртуальная, дополненная и смешанная реальность.

Искусственный интеллект усиливает возможности управленцев и способен обрабатывать большие массивы сведений, получаемых из различных источников, таких как спутниковые снимки, многолетние геофизические и геохимические исследования. С его помощью можно быстро выявлять закономерности и аномалии, что значительно облегчает оценку техногенных месторождений на предмет переработки.

Посредством методов машинного обучения нейросеть оперативно создает цифровые модели (двойники), прогнозирующие поведение техногенных образований и их пролонгированное взаимодействие с окружающей средой. Это крайне важно для оценки потенциальных рисков, связанных с выветриванием, миграцией загрязняющих веществ и изменением экологического состояния. «В общем смысле цифровой двойник можно описать как цифровую модель, обладающую свойствами и характеристиками настоящего объекта, процесса или системы в реальном времени» (Каримов, 2023: 339).

Необходимо отметить, что искусственный интеллект оптимален для совершенствования технологий переработки техногенных материалов. Алгоритмы анализируют параметры производственных процессов и предлагают наиболее эффективные решения для извлечения полезных компонентов, что позволяет снизить затраты и улучшить качество конечной продукции. Использование нейросетей в системах мониторинга позволяет оперативно отслеживать изменения в состоянии техногенных месторождений и их влияние на окружающую среду (анализ данных о качестве почвы и воды, а также выявление признаков загрязнения).

Наряду с вышеизложенным, искусственный интеллект – мощный инструмент для поддержки принятия решений в области управления техногенными месторождениями. «По прогнозу многих экспертов, применение искусственного интеллекта способно оказать значительное воздействие на научную работу» (Цвык В., Цвык И., 2022: 60).

Системы искусственного интеллекта уже сегодня предоставляют перечни рекомендаций на базе анализа данных, что позволяет принимать экспертам более обоснованные решения относительно разработки и переработки техногенных ресурсов. В этой связи считаем верной позицию М.Ш. Аббасова: «По-видимому, нет никаких сомнений в том, что применение технологий искусственного интеллекта для поддержки принятия решений будет продолжать расти, однако необходимо решать проблемы, возникающие в связи с его использованием» (Аббасов, 2022: 87).

В совокупности с искусственным интеллектом блокчейн играет ключевую роль в сфере переработки современных техногенных месторождений благодаря своим уникальным характеристикам: прозрачности, безопасности и децентрализации. Он обеспечивает возможность отслеживания происхождения и перемещения материалов на всех этапах переработки. С помощью блокчейн-технологий можно автоматизировать и значительно упростить процессы документооборота, связанные с регистрацией, сертификацией и отчетностью по переработке.

Использование блокчейна способствует созданию экосистемы для инновационных стартап-проектов и исследовательских институций, действующих в сфере переработки техногенных материалов. Платформы на основе блокчейна предоставляют широкий доступ к финансированию, совместным проектам и исследованиям. Важно отметить, что блокчейн позволяет создать надежные и защищенные цепочки поставок для материалов, получаемых из техногенных месторождений. Использование данной технологии способствует формированию ответственных практик среди участников рынка – переработчиков и поставщиков. Введение токенов или других форм вознаграждений за экологически чистые практики стимулирует более рациональное поведение как частных лиц, так и компаний. Блокчейн является платформой для сбора и хранения данных о переработке ресурсов техногенных месторождений. Обозначенные данные рационально использовать для анализа эффективности процессов, выявления проблем и разработки новых технологий переработки.

Таким образом, блокчейн значительно улучшает процессы, связанные с переработкой современных техногенных месторождений, способствуя более эффективному и устойчивому использованию ресурсов, а также повышая прозрачность и доверие между участниками рынка.

Внедрение технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности в процесс изучения и переработки современных техногенных месторождений открывает новые возможности для оптимизации процессов, повышения эффективности и улучшения качества исследований. Технологии виртуальной реальности используются для создания симуляций, в которых специалисты проходят обучение по переработке техногенных материалов, не подвергая свое здоровье опасности. Благодаря виртуальной реальности можно моделировать различные сценарии переработки техногенных месторождений, что помогает исследовать потенциальные результаты и оптимизировать производственные процессы.

Эта технология позволяет визуализировать проекты переработки на стадии планирования, что дает возможность лучше понимать их влияние на окружающую среду и экономическую целесообразность переработки. Дополненная реальность предоставляет работникам профильных служб интерактивные инструкции и данные в реальном времени, отображая информацию прямо на оборудовании или в рабочем пространстве с целью минимизации вероятности ошибок.

Использование дополненной реальности для отображения данных о состоянии оборудования в реальном времени помогает в диагностике и обслуживании, позволяя профильным специалистам оперативнее реагировать на возникающие проблемы. Визуализация полезна для сложных данных, связанных с переработкой техногенных материалов, что дает возможность анализировать информацию и принимать более обоснованные решения. Благодаря слиянию реального и виртуального

мира эксперты могут взаимодействовать как с физическими объектами, так и с цифровыми данными синхронно. Смешанная реальность демонстрирует проекты экспертам и государственным службам, что позволяет им увидеть потенциал и преимущества предлагаемых решений по переработке в интерактивном формате. Синергия технологий имеет огромный потенциал для улучшения исследований и переработки современных техногенных месторождений. Более того, как свидетельствует международный опыт, их применение приводит к повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества принимаемых решений, что будет способствовать устойчивому и рациональному использованию ресурсов в данной сфере.

При оценке техногенных месторождений важно учитывать их воздействие на загрязнение природной среды и прогнозировать дальнейшее экологическое состояние территорий вблизи городов. Следует отметить, что этот процесс является комплексным и включает исследование почв и поверхностных вод в окрестностях объекта, а также анализ загрязнения подземных вод.

В целом, для адекватной оценки экономической целесообразности переработки техногенных месторождений необходимо применять все доступные материалы из ранее проведенных геоэкологических исследований, включая данные экологического мониторинга.

В сложившихся отечественных практиках выбор комплекса разведочных работ зависит от результатов предварительной оценки объекта. Однако он вполне может основываться и на данных о содержании редких, редкоземельных и благородных металлов, а также их распределении по отвальным и хвостохранилищам. Полученные сведения о вещественном составе помогут определить возможные технологии разработки и переработки техногенных образований, что позволит оценить запасы полезных компонентов и внести их в специализированный реестр. Особое внимание следует уделить старым отвалам, для которых информация о процессе формирования, как правило, является неполной. В этой связи важно принять во внимание позицию В.П. Петрищева и Г.А. Пономарева, «что роль нарушенных территорий и необходимость их восстановления должна оцениваться особо» (Петрищев, Пономарева, 2024: 57).

Подсчет совокупного объема запасов техногенного месторождения с целью дальнейшей переработки должен проводиться как с использованием традиционных методов, так и с применением технологий блочного моделирования. Последние позволяют корректировать данные, включая результаты подсчета запасов, что повышает точность оценки. Техногенные минеральные месторождения представляют собой новый тип объектов, что требует изучения особенностей геологоразведочных работ в их пределах. В настоящее время выделены основные геолого-промышленные типы техногенных месторождений, в рамках которых рассмотрены ключевые аспекты их исследования. Учитывая разнообразие составных элементов, особое внимание следует уделять выбору аналитических методов. В частности, необходимо активно использовать ядерно-физические методы, особенно в процессе геоэкологических исследований. В рамках разведочных работ, кроме классических методов, следует применять портфели документов, предоставляемых предприятиями, а также компьютерные 3D-технологии и съемку с космических аппаратов с целью предметизации запасов.

Как правило, при внедрении инновационных технологий существуют технические, инфраструктурные, экономические, регуляторные и правовые барьеры. Следует отметить, что любая новаторская работа, особенно в части переработки современных техногенных месторождений в международном масштабе и в Российской Федерации, нуждается в некоей «песочнице» для апробации оптимальных и эффективных технологий.

Подобной «песочницей» служит экспериментально-правовой режим, регулируемый Федеральным законом от 31 июля 2020 г. № 258-ФЗ (в редакции от 08 августа 2024 г.) «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»¹. Данный нормативно-правовой акт предлагает гибкие условия для внедрения инновационных решений и оптимизации производственных процессов. Вместе с тем этот режим позволяет устанавливать временные нормы и правила, адаптированные к конкретным условиям и требованиям переработки техногенных материалов. Он также предоставляет возможность эффективно внедрять новые технологии, не предусмотренные существующими нормативами.

В рамках экспериментально-правового режима возможно предоставление государственной поддержки для цифровых разработок, направленных на переработку техногенных месторождений. Финансирование исследований и разработок, а также субсидии на внедрение инновационных технологий способствуют научно-техническому прогрессу. Экспериментально-правовой режим позволяет запускать пилотные проекты по переработке техногенных ресурсов, которые служат образцом для масштабирования успешных технологий. Данные проекты прорабатывают

¹ Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 31.07.2020 г. № 258-ФЗ (редакция от 08 августа 2024 г.) // Президент России. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45796> (дата обращения: 23.01.2024).

цифровые технологии в рамках пилота, а на практике позволяют выявить потенциальные проблемы при внедрении и предложить оптимальные решения. Установление экспериментально-правового режима способствует более активному сотрудничеству между государственными органами, научными учреждениями, сообществом предпринимателей и институтами развития. Взаимодействие позволит скооперировать знания и ресурсы для системной разработки эффективных методов переработки техногенных месторождений. Следует учесть мнение О.А. Тарасенко о том, что «нормативное оформление правовых экспериментов призвано усовершенствовать механизм их работы путем выделения их приоритетных сфер, регламентации процесса установления и мониторинга экспериментального правового режима, вовлечения предпринимательского сообщества в оценку инициативных проектов и их результатов» (Тарасенко, 2023: 45).

Комплексный подход к переработке техногенных месторождений не только улучшит качество городской среды, но и повысит общую конкурентоспособность регионов. Успешные примеры в ойкумене демонстрируют, что интеграция новейших технологий в процесс переработки техногенных отходов способствует более эффективному возврату углерода в цикл и минимизации отходов.

Более того, на предприятиях по переработке техногенных месторождений применяются современные технологии, в том числе цифровые. Это также может являться барьером для реализации готовых изделий на государственном рынке ввиду несоответствия действующим национальным стандартам. Согласно действующему законодательству в сфере закупок, заказчик должен использовать показатели, требования и терминологию, указанные в этих стандартах, при описании объекта закупки.

Экспериментально-правовой режим включает цифровые инструменты (искусственный интеллект, блокчейн, дополненную и виртуальную реальность и др.) для комплексной оценки экологического воздействия новых технологий переработки. Внедрение данного режима в повседневные практики поможет обеспечить устойчивое развитие и минимизацию негативных последствий для окружающей среды. В рамках экспериментально-правового режима предусмотрены механизмы обратной связи от участников процесса переработки, что позволит оперативно вносить изменения в технологические процессы и правила. По состоянию на 4 квартал 2024 г. в реестре экспериментальных правовых режимов в сфере цифровых инноваций закреплена 221 компания. Подавляющее большинство из них относится к сферам транспорта и здравоохранения¹.

Следует отметить, что более 70 % компаний заявили о технологиях, применяемых в рамках экспериментального правового режима: нейротехнологиях и технологиях искусственного интеллекта, в том числе в области компьютерного зрения, машинных рекомендаций и поддержки принятия решений, а также технологиях работы с большими данными, включая прослеживаемость и интероперабельность данных, программно-определяемые хранилища данных, обработку и утилизацию данных с использованием машинного обучения, обогащение данных, дескриптивную, прескриптивную, предиктивную и предписывающую аналитику, а также сбор, хранение и обработку данных, в том числе децентрализованных². Следовательно, в связи с отсутствием заявлений от компаний на постановку в экспериментально-правовой режим искомые технологии развиваются в иных отраслях и не адаптируются для сферы переработки вторичных отходов. Эта ситуация, очевидно, будет ограничивать дальнейшую переработку вторичных отходов.

Таким образом, включение экспериментально-правового режима для деятельности компаний, связанных с переработкой техногенных месторождений вблизи крупных и крупнейших городов Российской Федерации, предоставит управленцам необходимые условия для быстрого и эффективного развития новых технологий. Важно отметить, что на федеральном уровне необходима информационная кампания для профильных предприятий, направленная на перманентное внедрение цифровых сервисов и подачу ими заявлений с целью установления экспериментально-правового режима (преимущественно в области искусственного интеллекта, блокчейн-технологий, различных видов виртуальной, дополненной и смешанной реальности), что в конечном итоге приведет к более рациональному использованию ресурсов и улучшению экологической ситуации в урбанизированных регионах.

Список источников:

Аббасов М.Ш. Применение искусственного интеллекта в системе поддержки принятия управленческих решений // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами : сб. трудов Одиннадцатой международной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 2022. С. 85–89.

Астафьева О.Е. Применение золошлаковых отходов в промышленности строительных материалов // Уголь. 2024. № 2 (1177). С. 85–88. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-85-88>.

¹ Реестр экспериментальных правовых режимов в сфере цифровых инноваций [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: <https://clck.ru/3G564S> (дата обращения: 17.01.2025).

² Там же.

Внедрение нейросетевых технологий для повышения эффективности и безопасности производственных процессов на угольных предприятиях России Ю.Н. Шедько [и др.] // Уголь. 2024. № 9 (1184). С. 115–122. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-9-115-122>.

Гуман О.М., Антонова И.А. Возможность рекультивации шламонакопителей малых объемов с использованием осадков водоподготовки // Записки Горного института. 2024. № 267. С. 466–476.

Каримов В.Д. Анализ применения цифровых двойников в автоматизированных системах управления технологическим процессом // Endless Light in Science. 2023. № 11. С. 337–341.

Петрищев В.П., Пономарева Г.А. Принципы экологического восстановления горнотехнических ландшафтов // Экология урбанизированных территорий. 2024. № 1. С. 56–62. <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2024-1-56-62>.

Стровский В.Е., Иванов А.Н., Комарова О.Г. Основополагающие принципы оценки эколого-экономической эффективности освоения техногенных месторождений // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2024. Т. 18, № 1. С. 139–147. <https://doi.org/10.14529/em240113>.

Тарасенко О.А. Экспериментальный правовой режим – полигон для инноваций и регулирования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Право. 2023. Т. 14, № 1. С. 40–55. <https://doi.org/10.21638/spbu14.2023.103>.

Цвык В.А., Цвык И.В. Социальные проблемы развития и применения искусственного интеллекта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2022. Т. 22, № 1. С. 58–69. <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2022-22-1-58-69>.

References:

Abbasov, M.Sh. (2022) Artificial intelligence application in management decision support system. In: *Razvitie teorii i praktiki upravleniya sotsial'nymi i ekonomicheskimi sistemami* [Development of theory and practice of management of social and economic systems]. Petropavlovsk-Kamchatsky, pp. 85–89. (In Russian)

Astafyeva, O.E. (2024) Application of ash and slag waste in the building materials industry. *Ugol'*. (2 (1177)), 85–88. Available from: [doi:10.18796/0041-5790-2024-2-85-88](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-2-85-88). (In Russian)

Guman, O.M. & Antonova, I.A. (2024) Potential use of water treatment sludge for the reclamation of small-capacity sludge collectors. *Journal of Mining Institute*. (267), 466–476. (In Russian)

Karimov, V.D. (2023) Analiz primeneniya tsifrovyykh dvoynikov v avtomatizirovannykh sistemakh upravleniya tekhnologicheskimi protsessom [Analysis of the application of digital twins in automated control systems for technological processes]. *Endless Light in Science*. (11), 337–341. (In Russian)

Petrishchev, V.P. & Ponomareva, G.A. (2024) Principles of ecological restoration of mining landscapes. *Ecology of Urban Areas*. (1), 56–62. Available from: [doi:10.24412/1816-1863-2024-1-56-62](https://doi.org/10.24412/1816-1863-2024-1-56-62). (In Russian)

Shedko, Y.N., Kharchenko, K.V., Zudenkova, S.A., Moskvitina, E.I. & Babayan, L.K. (2024) The introduction of neural network technologies to improve the efficiency and safety of production processes at coal enterprises in Russia. *Ugol'*. (9 (1184)), 115–122. Available from: [doi:10.18796/0041-5790-2024-9-115-122](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2024-9-115-122). (In Russian)

Strovsky, V.E., Ivanov, A.N. & Komarova, O.G. (2024) Fundamental principles for assessing the environmental and economic efficiency of technogenic deposits mastering. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. 18 (1), 139–147. Available from: [doi:10.14529/em240113](https://doi.org/10.14529/em240113). (In Russian)

Tarasenko, O.A. (2023) Experimental legal regime – a testing ground for innovation and regulation. *Vestnik of Saint Petersburg University. Law*. 14 (1), 40–55. Available from: [doi:10.21638/spbu14.2023.103](https://doi.org/10.21638/spbu14.2023.103). (In Russian)

Tsvyk, V.A. & Tsvyk, I.V. (2022) Social issues in the development and application of artificial intelligence. *RUDN Journal of Sociology*. 22 (1), 58–69. Available from: [doi:10.22363/2313-2272-2022-22-1-58-69](https://doi.org/10.22363/2313-2272-2022-22-1-58-69). (In Russian)

Информация об авторах

Н.В. Князев – аспирант, Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия.

О.Д. Лапина – магистрант, Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия.

Вклад авторов:

все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

N.V. Knyazev – PhD Student of the Moscow University for Industry and Finance “Synergy”, Moscow, Russia.

O.D. Lapina – Master’s Degree Student of the Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interests:

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 08.11.2024;
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing 22.01.2025;
Принята к публикации / Accepted for publication 25.02.2025.

Авторами окончательный вариант рукописи одобрен.