

DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.3.5>UDC 332.1
LBC 60.82Submitted: 10.05.2024
Accepted: 14.06.2024

SPECIFICS OF MODERN ECOLOGICAL AND ECONOMIC ISSUES IN OPEN-PIT COAL DEPOSITS DEVELOPMENT

Svetlana A. Lipina

All-Russian Academy of Foreign Trade of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation,
Moscow, Russian Federation;
All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection of the Ministry of Natural Resources and Ecology
of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation;
University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russian Federation

Alexander E. Zakondyrin

All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection of the Ministry of Natural Resources and Ecology
of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Alexandra V. Lipina

University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russian Federation

Abstract. The relevance and novelty of the study are connected with specifics of environmental and economic problems in connection with the trends in the growth of coal production mined by open-pit, which leads to intensive construction of industrial facilities, as well as the magnitude of probable environmental and economic damage. The main task of the study is to identify the crisis situations' points of the negative impact of industrial landfills on the state of the region and risk management methods to stabilize the increasing trends in the growth of environmental damage caused to the natural environment during open-pit coal mining. The article analyzes the specifics and severity of ecological and economic contradictions in operation of the largest coal deposits in Russia (the Kuznetsk Basin, as the main producing one today, and the Eastern Donbass, as an old industrial one, where connections with the storage of coal waste are disrupted because of the restructuring and closure of coalmines). A detailed analysis of a wide range of research papers devoted to the environmental issues of the Kuznetsk Basin in the formation of trends in the economic regulation of environmental consequences during the development of deposits has been carried out. The key trends of the management system of the organizational process of environmental safety in the formation of natural and industrial massifs of Eastern Donbass are systematized. Organizational and managerial problems and constraining environmental and economic factors limiting the use of innovative technologies and the latest technical means are identified. The key economic instruments for stimulating environmental innovations that form the market and the institutional and innovative foundations of green management in the development of coal deposits are systematized.

Key words: coal mining, environmental management, environmental innovations, strategic planning, sustainable development, environmental factor.

Citation. Lipina S.A., Zakondyrin A.E., Lipina A.V., 2024. Specifics of Modern Ecological and Economic Issues in Open-Pit Coal Deposits Development. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], vol. 12, no. 3, pp. 43-52. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.3.5>

СПЕЦИФИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Светлана Артуровна Липина

Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, г. Москва, Российская Федерация;
Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды (ВНИИ Экология)
Минприроды России, г. Москва, Российская Федерация;
Университет науки и технологий МИСИС, г. Москва, Российская Федерация

Александр Евгеньевич Закондырин

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды (ВНИИ Экология)
Минприроды России, г. Москва, Российская Федерация

Александра Валерьевна Липина

Университет науки и технологий МИСИС, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность и новизна исследования связаны со спецификой эколого-экономических проблем в связи с тенденциями роста объемов добычи угольного топлива открытым способом, что приводит к интенсивным возведениям техногенных объектов, как величины вероятного эколого-экономического ущерба. Главной задачей исследования является выявление очагов кризисных ситуаций негативного воздействия техногенной отвалной массы на состояние региона, методов управления рисками для стабилизации возрастающих тенденций роста экологического ущерба, наносимого природной среде при открытой добыче угля. В статье проанализированы специфика и острота эколого-экономических противоречий в процессе эксплуатации наиболее крупных угольных месторождений России (Кузнецкого бассейна, как основного добывающего сегодня, и Восточного Донбасса, как старопромышленного, где нарушены связи со складированием углеотходов в результате реструктуризации и закрытия угольных шахт). Проведен детальный анализ широкого круга исследовательских работ, посвященных вопросам экологической проблематики Кузнецкого бассейна при формировании тенденций экономического регулирования экологических последствий при освоении месторождений. Систематизированы ключевые тенденции системы управления организационным процессом обеспечения экологической безопасности при формировании природно-техногенных массивов Восточного Донбасса. Выявлены организационно-управленческие проблемы и эколого-экономические факторы, ограничивающие использование инновационных технологий и новейших технических средств. Систематизированы ключевые экономические инструменты стимулирования экологических инноваций, формирующих рыночные, институциональные и инновационные основы управления экологизацией при отработке угольных месторождений.

Ключевые слова: угольная промышленность, природопользование, экологические инновации, стратегическое планирование, устойчивое развитие, экологический фактор.

Цитирование. Липина С. А., Закондырин А. Е., Липина А. В., 2024. Специфика современных эколого-экономических проблем при разработке угольных месторождений открытым способом // Региональная экономика. Юг России. Т. 12, № 3. С. 43–52. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.3.5>

Введение

В современных условиях, когда происходит трансформация экономического пространства Российской Федерации, угольная промышленность также выходит на новый этап развития. Однако в силу специфики эколого-экономических проблем возникает необходимость поиска ответов на острейшие вызовы современности, что связано не только с новыми тенденциями модер-

низации и внедрением инновационных экологических технологий, но и с решающим экономическим фактором мирового углеводородного ренессанса. Это инициирует модификацию экономической политики РФ и определит дальнейшую трансформацию угольной промышленности.

Наблюдаемая в России тенденция роста объемов добычи угольного топлива открытым способом с интенсивным применением новых технологий сегодня перерастает в серьезную и

все обостряющуюся проблему, которую создают два системообразующих фактора успешного развития угольной отрасли: необходимость обеспечения высокого уровня инженерно-экологической надежности добычи угля и уменьшение ее вредного воздействия на окружающую среду.

Цель данной статьи – проанализировать негативное воздействие техногенной отвальной массы на состояние региона, выявить очаги кризисных ситуаций в стремительно возрастающей тенденции роста экологического ущерба, наносимого природной среде при открытой добыче угля в процессе эксплуатации наиболее крупных угольных месторождений России – *Кузнецкого бассейна*, как основного добывающего сегодня, и *Восточного Донбасса* – как старопромышленного, где в результате реструктуризации и закрытия угольных шахт нарушены технологические процессы складирования углетоходов.

Специфика регионов и острота эколого-экономических противоречий в процессе эксплуатации угольных месторождений подтверждают присутствие концептуальных проблем в природопользовании, а это вызывает необходимость *исследования информационно-аналитических материалов, обобщающих практический опыт* широкого внедрения принципиально новых экологических индикаторов по обеспечению экологической безопасности, комплексных методов мониторинга для регулярного отслеживания геомеханических параметров надежности техногенной отвальной массы.

Результаты

Обоснование концептуальных проблем в природопользовании при открытой добыче угля. Наличие широкого круга исследовательских работ, посвященных вопросам устойчивого развития экономики, связанных с проблемами окружающей среды, подтверждает присутствие и концептуальных экологических проблем в добывающем минерально-сырьевом комплексе. Как свидетельствует мировая практика освоения месторождений полезных ископаемых с открытой добычей, экологические аспекты, возникающие и при открытой добыче угля, достаточно исследованы основоположниками зарубежной и отечественной науки. Это фундаментальные труды по направлению отдельных аспектов прогнозирования экологических последствий при добыче полезных ископаемых, научные разработки по управлению экологическим развитием рос-

сийской угольной отрасли, технологии складирования, устойчивости отвалов, экологической безопасности техногенных массивов. Исследования такого характера отличаются неоспоримыми инструментально-методическими достоинствами, так как на них ссылаются многие авторы диссертаций по природоохранным технологиям, специалисты по экологической безопасности хранения отходов в горном деле, а также эксперты в методах расчета устойчивости отвалов.

Подчеркивая актуальность исследования вопросов, связанных с серьезными экологическими вызовами в угледобывающих регионах, следует отметить важную социальную и эколого-экономическую проблему, связанную с явной нехваткой практических рекомендаций по управлению улучшением ситуации в природоохранной сфере угольной промышленности. Постоянная тенденция ужесточения экологических требований и штрафов без изучения вопросов управления внедрением экологической составляющей в соблюдение технологий возведения техногенных объектов приводит к удорожанию угля, что не соответствует заявленной в Стратегии развития угольной промышленности задаче как «социально ориентированной».

Это предопределяет необходимость изыскания новых технологий контроля за устойчивостью техногенных сооружений, позволяющих повысить экологическую эффективность их эксплуатации. Соответственно, особую актуальность приобретают научно-методические основы применения наиболее значимых инструментов содействия внедрению экологических инноваций, базирующихся на распространении новых экотехнологий, многофакторной оценки рисков воздействия как величины вероятного эколого-экономического ущерба от сложных техногенных объектов угледобывающей промышленности.

Результаты анализа экологических проблем и состояния угледобывающего производства регионов России (на примере Кузбасса и Восточного Донбасса).

Кузбасс. Пространственное развитие угольной отрасли на территории РФ, территориальное распределение запасов угля России показывают, что доля главного угледобывающего региона страны – Кузбасса – является основной.

Однако, будучи лидером устойчивого роста добычи угольного топлива, Кузбасс является на сегодняшний день одним из самых экологически неблагоприятных регионов. А если учесть, что общие объемы вскрышных масс исчисля-

ются только по Кузбассу в 1,8 млрд м³ пустой породы, то становится очевидным, что особую актуальность вызывают вопросы, связанные с накоплением природно-техногенных пород. В условиях Кузбасса, когда скученность и интенсивность хозяйственного освоения высокая, а вблизи населенных пунктов функционирует большое количество предприятий, связанных с добычей и обогащением угля, негативное техногенное воздействие обуславливает особую хозяйственную статусность: происходит нарушение природных экосистем, изменяются режимы подземных вод, атмосфера подвергается химическому загрязнению.

Особенно подвержены негативному воздействию горнодобывающих предприятий Междуреченский, Новокузнецкий, Калтанский, Осинниковский, Прокопьевский городские округа и др.

Наблюдаемая тенденция роста объемов добычи угля в Кузбассе (до 65 % открытым способом) перерастает в серьезную и все обостряющуюся проблему, когда вопросы складирования вскрышных пород при отработке угольных месторождений, приводят к значительному экологическому, а зачастую и экономическому ущербу. Особенно уязвимой в отношении накопления техногенных масс является Кемеровская область, где по официальным данным департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области указывается, что общая площадь нарушенных земель в регионе составляет 71,4 тыс. га, из них 66 тыс. га – при разработке угольных месторождений. В отчетах также говорится, что во внешних отвалах размещено более 17 млрд т вскрыши и доля нарушенных земель в 10 раз опережает средний показатель по России.

Главным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Кемеровской области являются техногенные массивы, представленные карьерами, терриконами и породными отвалами, формирующимися при открытой добыче угля. Поэтому и преобладающие формы рельефа (мульды, проседания, провалы, трещины, оползни) становятся причинами загрязнения подземных вод.

Поскольку экологический фактор в рамках устойчивого развития Кузбасса сегодня является одним из ключевых звеньев в системе технологий угольной промышленности, то, как отмечается в исследовании российских ученых, «масштабы выявленного негативного воздействия на окружающую среду трудноизмеримы, а техногенная активизация геохимического переноса на

территориях горнопромышленных регионов будет сопоставима с геологическими процессами» [Kachurin, Vorobev, Bogdanov, 2015: 136].

Донбасс. В пределах Ростовской области Восточной Донбасс также характеризуется наибольшей плотностью горнодобывающих предприятий, а возведенные отвалы (здесь называют их терриконами) с изъятием значительных земельных площадей нарушают целостность ландшафтов, изменяют гидрогеологические условия местности. Так, только в Ростовской области накопились огромные запасы шахтных пород, отходов углеобогащения, золошлаковых смесей и др. Общий объем находящихся в отвалах вскрышных и выемочных шахтных пород составляет более 160 млн кубометров.

Развивающиеся эрозийные процессы наносят ущерб природным экосистемам и не обеспечивают технологическую безопасность для людей. За весь период угледобычи (с 1861 г.), когда была открыта шахта Александровская, эта территория являлась крупнейшим индустриальным районом юга РФ. За это время «пройдено более 220 стволов шахт и глубоких шурфов, здесь действовало до 25 обогатительных фабрик, и сформировано более 450 породных отвалов и свыше 150 илонакопителей шахт и угольных отходов» [Приваленко и др., 2004: 39]. Общий объем складированной в них горной массы по состоянию на 1 января 2008 г. оценивался в 0,27 млрд кубометров [Терентьев, Мухин, 2013: 357; Пьянкова, 2012].

Отмечается увеличение количества провалов в выработанных шахтных пространствах, включая те, которые ранее были закрыты. Это приводит к обводнению, нарушению структуры горных пород и разрушению крепежных материалов выработок. Такие проблемы характерны для угольных шахт, включая как действующие, так и закрытые объекты на Восточном Донбассе (подробнее об этом см.: [Качурин, Белая, Агеева, 2010]).

Крайне опасным является загрязнение этих селитебных территорий отвалами горных пород, в ряде случаев горящих или с очагами возгорания, особенно в непосредственной близости от жилого сектора. Так, выявленный горящий углепородный отвал шахты «Аютинская», расположенной в жилом квартале пос. Аютинский (г. Шахты), и чрезвычайно опасная промплощадка скважины Бессергеновской шахты им. Октябрьской революции требуют немедленного природовосстановительного мероприятия.

Одновременно, по мнению экспертов [Экспертно-аналитический анализ ... , 2024], военные

действия на близлежащих территориях наносят самый значительный ущерб региону. Необходимо учитывать, что это влияет не только на ЛНР и ДНР, но и представляет серьезные трансграничные риски для других южных регионов России, особенно в районе Ростова-на-Дону и на территории Азовского моря. Локальные удары, эквивалентные землетрясениям в 3–4 балла, могут привести к разрушению коммуникаций и зданий. Одной из давних проблем, связанных с угольной промышленностью, является негативное воздействие на окружающую среду от огромного количества породных отвалов и золоотвалов, расположенных на территории Донецкой Народной Республики (ДНР). Всего таких отвалов более 600, и более половины из них не имеют собственника или ответственного лица, а также многие из них не подверглись рекультивации или продолжают гореть. Общий объем отходов, складываемых в этих местах, составляет около 4 млрд тонн. Прекращение работы угольных шахт также представляет опасность для экологии. Такова ситуация с шахтами Петровского района Донецка, которые давно не функционируют из-за «ежедневных прилетов» на промышленные площадки, не позволяющих шахтерам спускаться под землю.

К тому же следует понимать, что невозможность работы угольной отрасли приводит к скоплению метана под землей, возникновению подземных шахтных вод, которые могут прорваться наружу, вызвав тем самым экологическую катастрофу. Кроме того, разрушены трубопроводы и коммуникации, наблюдается неконтролируемый процесс остановки угольных шахт, где не происходит откачка воды, которая с большим количеством вредных солей попадает в резервные источники и Северный Донец. Отходы шахт и обогатительных фабрик Восточного Донбасса, включая угольные отвалы, представляют собой сухие (конические, хребтовые и плоские, часто возгорающиеся) и гидроотвалы (шламо- и илонакопители, пруды-отстойники). Угольные отвалы систематически разрушаются, заполняя депрессивные воронки и создавая несбалансированные экосистемы, которые следует рассматривать как экологически неблагоприятные и часто опасные для человеческой жизни.

Таким образом, отработанные природно-технические массы являются опасными промышленными объектами и подпадают под действие федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Федеральный закон № 116-ФЗ, 1997].

Это является основной инженерно-геологической задачей, которая должна обеспечивать решения по управлению снижением негативного воздействия этих техногенных явлений на окружающую среду, а также и предотвращение нетрадиционных возможных последствий при эксплуатации горнотехнических сооружений.

Однако, несмотря на высокую экологическую опасность этих техногенных массивов, государственный, особенно экологический, контроль в большинстве своем пока проявляется слабо. Нет системного подхода к этой проблеме, зачастую находится в тени суммарная величина экономических рисков негативных воздействий, редко поднимаются вопросы фактической комплексной количественной, а тем более качественной оценки влияния техногенных масс на различные компоненты природной среды, и прежде всего на безопасность людей.

Анализ данных и оценка фактической техногенной нагрузки и фактического экологического состояния природной среды авторами ряда исследований [Гальперин и др., 2002; Калаева и др., 2016] показывает, что в современных условиях эти объекты повышенной экологической опасности представляет серьезную угрозу. В связи с этим возникает необходимость не только оценки экологических рисков, но и поиска объективных фактов применения нерациональных технологий отработки горных пород и субъективных причин, связанных с показателями, характеризующими стоимостные оценки потерь от загрязнения окружающей среды. Так, авторами исследования по АО «ХК «СДС-Уголь»» подчеркивается, что «площади нарушенных земель (в 2002 г. в 12 раз), несмотря на их некоторое уменьшение (в 2016 г. в 4–5 раз), значительным образом превышают площади рекультивированных земель» [Калаева и др., 2016: 9]. Наиболее распространенной причиной низких темпов рекультивации зачастую объявляются сложные горно-геологические условия. При разработке шахт угля необходимо обеспечить экологически безопасное хранение отвалов, чтобы минимизировать риски воздействия на природную среду и сократить затраты на предотвращение и ликвидацию возможных экологически неблагоприятных последствий.

В силу специфики функционирования угледобывающих компаний практика недропользования показывает, что расходы на рекультивацию зачастую не приносят планируемых результатов. Мониторинг же состояния рекультивированных

земель обнаруживает низкое качество восстановления экосистем, поскольку имеющиеся государственные стандарты на рекультивацию земель отстают от последних достижений науки и практики проведения рекультивационных работ. По оценкам, в этом году рекультивировано только 5,5 % от годового нарушения земель.

На основе анализа данных многолетних наблюдений за фактическим состоянием горнопромышленных ландшафтов авторами исследования делается вывод: «Современное состояние многих горнопромышленных ландшафтов в виде углепородных отвалов оценивается как экологически неблагоприятное» [Гальперин, Кириченко, Кутепов, 2011: 22]. Такое положение связано с тем, что с течением времени сбалансированные породные системы под воздействием техногенных масс переходят в критически неравновесное состояние, что создает опасную оползневую ситуацию. Анализ подходов к проводимым мониторингам и ряда исследовательских работ по обеспечению природоохранных технологий при освоении техногенных массивов подтверждает, что основными мерами снижения воздействия техногенных пород на природную среду являются инженерно-технологические решения в области разработки равновесного состояния углепородных отвалов в целях обеспечения геоэкологической и промышленной безопасности.

Принимаемые решения и постановления не всегда соответствуют современным требованиям в сфере угольных шахт. Ряд нормативно-правовых документов, на которые опираются эти постановления, устарели и не отвечают современным вызовам. Нормы правового регулирования процессов мониторинга соблюдения правил и норм эксплуатации производственных объектов, а также государственный контроль за техногенной нагрузкой в местах складирования отвалов угольных шахт требуют дальнейшего совершенствования. Следовательно, применяемые решения позволяют предприятиям уклоняться от ответственности за нарушение технологических процессов и как результат несвоевременно принимаются необходимые проектные и технологические решения по стабилизации функционирования ПТС (природно-технических систем).

Одной из ключевых стратегий природоохранной политики на угольных шахтах является внедрение риск-менеджмента и страхования, включая имущественное и коллективное. Кроме того, осуществляется модернизация оборудования, включающая обновление и приведение

в соответствие с новыми современными техническими требованиями. Стоит отметить, что каждое из этих мероприятий является в основном актом социальной или технико-экономической направленности, и в меньшей степени природоохранным. Это при том, что возросшие требования к экологическому сопровождению мероприятий по обеспечению экологической безопасности в связи с ростом объемов открытой добычи делают использование низкоэкологических технологий важной народнохозяйственной проблемой.

Выводы

Учитывая потенциальные негативные последствия от недостаточного управления внедрением природоохранных технологий, представляется возможным утверждать, что применяемые инструменты управления для повышения эффективности обеспечения требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности не приводят к необходимым результатам.

В контексте рассматриваемой проблемы по управлению обеспечением экологической безопасности отметим, что слабо используется один из базовых принципов управления: *экологические мероприятия должны приносить предприятию экономические выгоды*. Эффективность функционирования инструментов управления экологическими мероприятиями позволит должно снижать не только экологические риски, но и удельные затраты на использование средств по восстановлению природных ландшафтов. Однако реализация этого главного принципа управления тормозится рядом как *экономических, так и технологических факторов*:

а) превышение установленных лимитов негативного воздействия на окружающую среду приводит к увеличению тарифов на компенсацию за загрязнение окружающей среды;

б) наложение штрафов со стороны надзорных органов может привести к финансовым потерям;

в) выполнение обязательств по рекультивации нарушенных земель и восстановлению шахт может привести к значительному оттоку капитала;

г) не отрегулированы четко механизмы работы контролирующих органов, эффективного вложения средств, привлеченных от предприятий;

д) отсутствует комплексный мониторинг – система управления промышленной безопасностью и охраной труда.

В задачу получения сбалансированного результата по обеспечению экологической безопасности укладываются несколько недостающих технологических и правомерных решений:

- при внедрении природоохранных технологий *изыскивать более совершенные* инструменты управления экологическими приоритетами;
- при проектировании и развитии предприятий угольной отрасли планировать уменьшение складываемых породных отходов и площадей горных отвалов;
- использовать наиболее эффективный механизм стимуляции рекультивации земель;
- требуется существенное расширение совместных действий государства и бизнеса, направленных на улучшение окружающей среды.

Для обеспечения экологической безопасности угледобывающего производства необходима разработка инструментария оценки эколого-экономического потенциала предприятия для принятия обоснованных решений по обеспечению экологической безопасности и развитию производства на различных стадиях эксплуатации угольных разрезов. Соответственно, необходимы инициация анализа ситуаций, тщательный разбор управления внедрением экономически результативных эко-инновационных технологий, что позволяло бы своевременно оценивать и прогнозировать состояние устойчиво-

сти техногенного сооружения. Установленные заранее последствия и закономерности развития внештатных ситуаций из-за деформации откосов отвалов или нарушения при хранении техногенных масс позволят обосновать необходимость разработки результативных решений по экологически безопасному хранению и освоению природно-техногенных масс. Поэтому инструментарий управления системой экологической безопасности на угледобывающем предприятии должен включать в себя комплекс инновационных управленческих решений по исследованию и работе для инженерно-геологического обеспечения отвалообразования во временном периоде всего срока существования природно-техногенного массива, что будет способствовать повышению уровня безопасности и экономической результативности управленческих решений.

Соответственно, путем типизации и анализа вариантов различных видов инноваций по совершенствованию процессов отработки угольных месторождений, анализа внедрения экологически безопасных технологических решений предложен *алгоритм решения экологических проблем в рамках инновационного подхода, который подразумевает комплексность* (рис. 1).

Представленная на рисунке 2 блок-схема характеризует комплексный подход предприятия угольной промышленности к безопасному осво-



Рис. 1. Алгоритм решения экологических проблем в рамках инновационного подхода, который подразумевает комплексность

Примечание. Составлено авторами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

ению техногенных массивов, она составлена авторами на основе анализа зарубежного и отечественного опыта осуществления управленческих решений по экологически безопасному освоению техногенных массивов. В настоящее время рядом угольных компаний (АО ХК «СДС-УГОЛЬ») в структуре горнотехнического предприятия спроектировано подразделение не только для контроля, сбора, анализа и обработки данных о состоянии природно-техногенной системы, но и для разработки и внедрения систем комплексного инновационного нормативно-методического обеспечения в современных условиях эксплуатации горно-технических сооружений.

В современных условиях изменения экономической среды требуют от угольных шахт не только соблюдения принципов безопасности труда, но и эффективного использования природных ресурсов – внедрения лучших доступных технологий (НДТ) во всех процессах добычи угля. Экологические инновации станут связующим звеном между экономической, промышленной и экологической политикой, где автоматизированная система мониторинга станет ключевым инструментом управления. Практическое внедрение такой системы позволит значительно улучшить экологическую обстановку в угольных районах в короткие сроки и с минимальными затратами. Кроме того, это способствует развитию малого и среднего бизнеса, созданию новых рабочих мест для шахтеров, освобождающихся в результате закрытия угольных шахт на Восточном Донбассе, и снижению социальной напряженности в регионе.

- Гальперин А. М., Кириченко Ю. В., Кутепов Ю. И., 2011. Комплексный подход к экологически безопасному освоению техногенных массивов // Горная промышленность. № 5 (99). С. 15–22.
- Гальперин А. М., Кириченко Ю. В., Зуй В. К., Кретов С. И., 2002. Мониторинг техногенных массивов // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4. С. 42–44.
- Калаева С. З., Богданов С. М., Лукин Н. О., Огер А. А., 2016. Породные отвалы угольных шахт России // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Вып. 1. С. 3–23.
- Качурин Н. М., Белая Л. А., Агеева И. В., 2010. Экологические последствия воздействий угольной промышленности на окружающую среду промышленно развитого региона // Менеджмент качества в экономике, бизнесе, управлении и образовании : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Тула, 8–9 апреля 2010 г. М. ; Тула : Тул. гос. ун-т. С. 26–38.
- Приваленко В. В., Кузина З. Р., Коломенский Г. Ю., Гипич Л. В., 2004. Экологические проблемы Восточного Донбасса // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. № 7. С. 36–49.
- Пьянкова С. Г., 2012. Критерии отнесения города к монопрофильной территории // Сибирская финансовая школа. № 3. С. 14–21.
- Терентьев Б. Д., Мухин С. Е., 2013. Проблема отходов угледобывающей промышленности на примере Восточного Донбасса и направления ее решения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 2. С. 356–361.

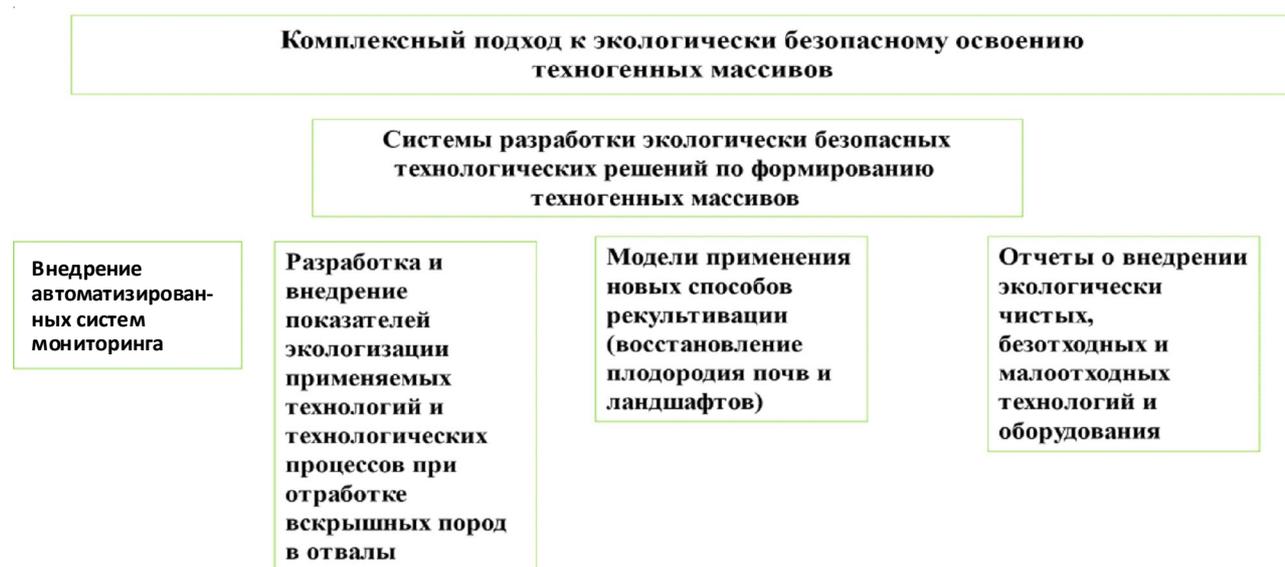


Рис. 2. Комплексный подход к экологически безопасному освоению техногенных массивов

Примечание. Составлено авторами.

- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ, 1997. URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-21071997-n-116-fz-o>
- Экспертно-аналитический анализ последствий воздействий техногенного характера на окружающую среду в ЛНР, ДНР, Херсонской и Запорожской областях, 2024. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/councils/obshchestvennyy_sovet_pri_ministerstve_prirodnikh_resursov_i_ekologii_rf/#news, 2024г
- Kachurin N. M., Vorobev S. A., Bogdanov S. M., 2015. Evaluating Polluting Atmosphere be Mining Enterprises and Optimizing Prophylactic Measures Resources // 5th International Symposium. Mining and Environmental Protection. Serbia : Vrdnik. P. 135–140.
- International Scientific and Practical Conference; Tula, April 8–9, 2010]. Moscow, Tula, Tul. gos. un-t, pp. 26-38.
- Privalenko V.V., Kuzina Z.R., Kolomenskij G. Yu., Gipich L. V., 2004. Ekologicheskie problemy Vostochnogo Donbassa [Environmental Problems of Eastern Donbass]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvennye nauki* [News of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Series: Natural Sciences], no. 7, pp. 36-49.
- Pyankova S.G., 2012. Kriterii otneseniya goroda k monoprofilnoj territorii [Criteria for Classifying a City as a Single-Industry Territory]. *Sibirskaya finansovaya shkola* [Siberian Financial School], no. 3, pp. 14-21.
- Terentyev B.D., Muhin S.E., 2013. Problema othodov ugledobyvayushchej promyshlennosti na primere Vostochnogo Donbassa i napravleniya eyo resheniya [The Problem of Waste from the Coal Mining Industry Using the Example of Eastern Donbass and Directions for Its Solution]. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten (nauchno-tekhnicheskij zhurnal)* [Mining Information and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)], no. 2, pp. 356-361.
- Federalnyj zakon «O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh obektov» ot 21 iyulya 1997 g. № 116-FZ* [Federal Law “On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities” Dated July 21, 1997 No. 116-FZ], 1997. URL <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-21071997-n-116-fz-o>
- Ekspertno-analiticheskij analiz posledstvij vozdeystvij tekhnogenogo haraktera na okruzhayushchuyu sredu v LNR, DNR, Hersonskoj i Zaporozhskoj oblasti* [Expert-Analytical Analysis of the Consequences of Technogenic Impacts on the Environment in the LPR, DPR, Kherson and Zaporozhye Regions], 2024. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/councils/obshchestvennyy_sovet_pri_ministerstve_prirodnikh_resursov_i_ekologii_rf/#news, 2024g
- Kachurin N.M., Vorobev S.A., Bogdanov S.M., 2015. Evaluating Polluting Atmosphere Be Mining Enterprises and Optimizing Prophylactic Measures Resources. *5th International Symposium. Mining and Environmental Protection*. Serbia, Vrdnik, pp. 135-140.
- REFERENCES**
- Galperin A.M., Kirichenko Yu.V., Kutepov Yu.I., 2011. Kompleksnyj podhod k ekologicheski bezopasnomu osvoeniyu tekhnogennyh massivov [An Integrated Approach to the Environmentally Safe Development of Technogenic Massifs]. *Gornaya promyshlennost* [Mining Industry], no. 5 (99), pp. 15-22.
- Galperin A.M., Kirichenko Yu.V., Zuj V.K., Kretov S.I., 2002. Monitoring tekhnogennyh massivov [Monitoring of Industrial Massifs]. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten* [Mining Information and Analytical Bulletin], no. 4, pp. 42-44.
- Kalaeva S.Z., Bogdanov S.M., Lukin N.O., Oger A.A., 2016. Porodnye otvaly ugolnyh shaht Rossii [Rock Dumps of Russian Coal Mines]. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula State University. Geosciences], iss. 1, pp. 3-23.
- Kachurin N.M., Belaya L.A., Ageeva I.V., 2010. Ekologicheskie posledstviya vozdeystvij ugolnoj promyshlennosti na okruzhayushchuyu sredu promyshlenno razvitogo regiona [Environmental Consequences of the Impacts of the Coal Industry on the Environment of an Industrialized Region]. *Menedzhment kachestva v ekonomike, biznese, upravlenii i obrazovanii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Tula, 8–9 aprelya 2010 g.* [Quality Management in Economics, Business, Management and Education: Proceedings of the

Information About the Authors

Svetlana A. Lipina, Doctor of Sciences (Economics), Deputy Chairperson of the Council for the Study of Productive Forces, All-Russian Academy of Foreign Trade of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Vorobyovskoe Shosse, 6A, 119285 Moscow, Russian Federation; Advisor to the Director, All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, 36-y km MKAD, 1, Bld. 4, 117628 Moscow, Russian Federation; Professor, Department of Safety and Ecology of Mining Production, College of Mining, University of Science and Technology MISIS, Prosp. Leninsky, 4, Bld. 1, 119049 Moscow, Russian Federation, s.lipina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8551-0653>

Alexander E. Zakondyrin, Doctor of Sciences (Economics), Acting Director, All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, 36-y km MKAD, 1, Bld. 4, 117628 Moscow, Russian Federation, alexzakondyrin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7900-2225>

Alexandra V. Lipina, Candidate of Sciences (Engineering), Senior Lecturer, Department of Geology and Survey, College of Mining, University of Science and Technology MISIS, Prosp. Leninsky, 4, Bld. 1, 119049 Moscow, Russian Federation, a.v.lipina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0835-8878>

Information About the Authors

Светлана Артуровна Липина, доктор экономических наук, заместитель председателя Совета по изучению производительных сил, Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, Воробьевское шоссе, 6А, 119285 г. Москва, Российская Федерация; советник директора, Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды (ВНИИ Экология) Минприроды России, 36-й км МКАД, 1, стр. 4, 117628 г. Москва, Российская Федерация; профессор кафедры безопасности и экологии горного производства, Горный институт, Университет науки и технологий МИСИС, Ленинский просп., 4, стр. 1, 119049 г. Москва, Российская Федерация, s.lipina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8551-0653>

Александр Евгеньевич Закондырин, доктор экономических наук, и. о. директора, Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды (ВНИИ Экология) Минприроды России, 36-й км МКАД, 1, стр. 4, 117628 г. Москва, Российская Федерация, alexzakondyrin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7900-2225>

Александра Валерьевна Липина, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры геологии и маркшейдерского дела, Горный институт, Университет науки и технологий МИСИС, Ленинский просп., 4, стр. 1, 119049 г. Москва, Российская Федерация, a.v.lipina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0835-8878>