

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КЛАСТЕРА В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В.Г. Михайлов
КузГТУ, г. Кемерово, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований, позволяющие сделать вывод, что основной современной формой организации взаимодействия предприятий на региональном и отраслевом уровне, является кластер. Установлено, что особенность формирования кластеров в условиях повышенной техногенной нагрузки на окружающую среду обусловлена требованиями геоэкологической безопасности. Выявлено, что разработанные направления обеспечения геоэкологической безопасности на региональном и локальном уровнях, апробированные на реальных данных, обеспечивают предприятиям горнодобывающего кластера снижение негативного воздействия на окружающую среду при сохранении финансовой результативности. Результаты исследований могут быть полезными для региональных природоохранных структур и предприятий – природопользователей, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: регион, промышленность, угледобыча, углепереработка, геоэкология, безопасность, кластер.

INCREASING THE PERFORMANCE OF MINING CLUSTER ENTERPRISES UNDER HIGH MAN-CAUSED LOAD ON THE ENVIRONMENT

V. G. Mikhailov
KuzGTU, Kemerovo, Russia

Abstract: The article presents the results of research that allow us to conclude that the main modern form of organization of interaction of enterprises at the regional and sectoral level is a cluster. It is established that the peculiarity of cluster formation in conditions of increased anthropogenic load on the environment is due to the requirements of geoecological safety. It is revealed that the developed directions of ensuring geoecological safety at the regional and local levels, tested on real data, provide enterprises of the mining cluster with a reduction in the negative impact on the environment while maintaining financial performance. The results of the research can be useful for regional environmental protection structures and enterprises that use natural resources, which have a significant negative impact on the environment.

Keywords: region, industry, coal mining, coal processing, geoecology, safety, cluster.

Эффективность современной экономики связана с применением кластеров, специализирующихся на определенном виде экономической деятельности, имеющем в данном контексте центральное место.

В настоящее время ученые активно исследуют процессы формирования и развития кластеров применительно к особенностям конкретного региона или территориально-производственного комплекса. Особенность промышленного развития Кузбасса заключается, с одной стороны, в отраслевой диверсификации (угледобыча, металлургия, энергетика, химическая промышленность), а с другой – в системообразующей функции угледобывающей промышленности, как центрального звена регионального промышленного кластера. В связи с этим возникает необходимость исследования особенностей формирования и функционирования горнодобывающего кластера, как источника разнообразных видов негативного воздействия на окружающую среду с целью разработки дополнительных механизмов повышения экологичности и экономической результативности промышленных предприятий.

Цель исследований – исследовать особенности формирования горнодобывающего кластера в условиях значительной техногенной нагрузки и разработать предложения по повышению эффективности функционирования предприятий.

Методика исследований. Теоретические исследования проводились на основе анализа, сравнения и обобщения известных литературных источников по проблеме формирования и функционирования региональных промышленных кластеров, построенных по технологическому принципу. Практические инструменты включали изучение экологической отчетности и натурных данных предприятий горнодобывающего кластера, оказывающих высокодиверсифицированное негативное воздействие на окружающую среду. На основании проведенных теоретических и натурных исследований были разработаны направления обеспечения геоэкологической безопасности, включающие конкретные механизмы, апробированные на данных промышленных предприятий.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании комплекса изученных факторов были определены оптимальные значения уровня использования производственной мощности, наиболее целесообразные способы обращения с отходами производства и потребления, система формирования производственной программы предприятия с учетом экологических ограничений и другие характеристики.

Были изучены ключевые факторы обеспечения геоэкологической безопасности на региональном и локальном уровне, включающие оптимизацию достижения требуемой экологической стратегии; системы штрафования за предоставление недостоверных данных о величине негативного воздействия; экологические и технико-экономические механизмы обеспечения устойчивого развития на уровне отдельных предприятий.

Установлено, что важное значение имеет научная разработка [1] концептуальной модели территориально-промышленного кластера Кемеровской области (рис. 1), где его инфраструктурной основой являются три «субкластера»:

- ✦ углехимический, якорным предприятием которого является ЗАО «Шахта Беловская»;
- ✦ нефтехимический (Яйский нефтеперерабатывающий завод);
- ✦ газохимический (КАО «Азот», ООО «Газпром добыча Кузнецк»).

В этом же исследовании разработана дорожная карта формирования территориально-промышленного кластера Кемеровской области до 2045 года, где конечный результат – строительство промышленных комплексов на основе инновационных технологических платформ для переработки угля, угольного метана и продуктов первичной перегонки нефти для крупнотоннажного производства жидких видов топлива, полимеров и других продуктов с высокой добавленной стоимостью.

В исследовании ученых [2] предлагается региональная инновационно-технологическая платформа диверсификации промышленного комплекса Кузбасса «Новые товары – новые рынки». Здесь авторы работы отмечают, что одним из важнейших направлений функционирования кластера является импортозамещение ряда отраслей, включая химию, углехимию и машиностроение.

В работе [3] рассмотрены основные характеристики экономических кластеров, их типы, а также условия и этапы формирования. Кроме того, рассмотрены возможности формирования экономических кластеров на основе развития агломераций в Кемеровской области. При этом, авторами произведена оценка опыта создания региональных кластеров: комплексной переработка угля и техногенных отходов, биомедицинского, туристско-рекреационного, агропромышленного и легкой промышленности. Результат работы – идентификация основных экономических кластеров, перспективных для дальнейшего развития в Кузбассе, к которым относятся: техногенный, экологический, туристический, переработка сельскохозяйственной продукции, машиностроительный, дорожное строительство, жилищное строительство, дачное строительство, социальная инфраструктура. Авторы отмечают, что обоснование эффективности формирования экономических кластеров должно осуществляться на основе концепции устойчивого регионального развития.

Авторы исследования [4] отмечают, что в связи с функционированием исторически сложившегося техногенного кластера, состоящего из предприятий базовых отраслей промышленности, большое значение приобретает формирование экологического кластера. Экологический кластер целесообразно рассматривать как совокупность предприятий и организаций, являющихся звеньями одной производственной цепочки, в основе деятельности которых лежат зеленые

технологии, имеющие универсальное значение для применения во всех сферах промышленного производства. В целом, создание техногенного и экологического кластеров в Кемеровской области (рис. 2) направлено на повышение эффективности использования природных ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Из рис. 2 видно, что каждой стадии добычи, переработки и прямого или косвенного использования угля соответствует экологический эффект, направленный, как на снижение негативного воздействия на окружающую среду, так и на улучшение экономических показателей работы предприятий.

На основании проведенного анализа взаимодействия техногенного и экологического кластеров эти же авторы делают вывод о целесообразности создания ма-

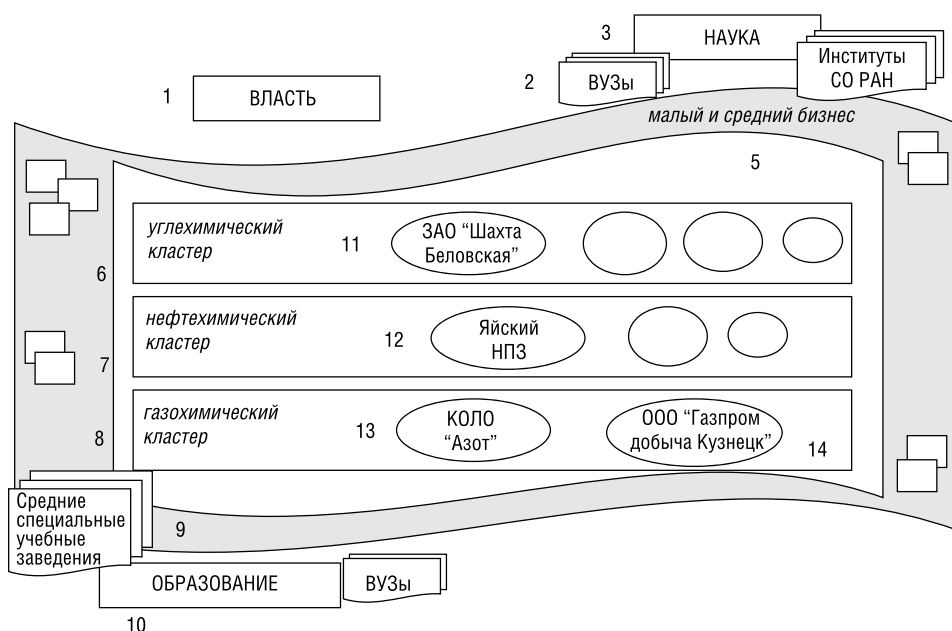


Рис. 1. Концептуальная модель территориально-промышленного кластера Кемеровской области.

Fig. 1. Conceptual model of the territorial industrial cluster of the Kemerovo region:

1 - authorities; 2 - higher educational institutions; 3 - the science; 4 - institutes of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 5 - small and medium-sized businesses; 6 - coal chemical cluster; 7 - petrochemical cluster; 8 - gas chemical cluster; 9 - secondary specialized educational institutions; 10 - education; 11 - mine «Belovskaya»; 12 - Yaya Oil Refinery; 13 - enterprise «Azot»; 14 - enterprise «Gazprom Dobycha Kuznetsk».

лых наукоемких производств по переработке техногенных отходов и извлечению из них ценных металлов [5].

Такие производства могут быть созданы в составе крупных горно-металлургических компаний на основе кооперации технолого-экономических связей между энергетическими и горными предприятиями. Таким образом, малые предприятия будут иметь финансовую поддержку для внедрения инновационных методов извлечения металлов, а также государственную поддержку (налоговые льготы, субсидирование, гранты и другое).

Центральным звеном горнопромышленного кластера Кемеровской области-Кузбасса является горнодобывающая отрасль [6], что представлено на рис. 3.

Все виды деятельности, представленные на рис. 3, имеют также большое значение для эффективного функционирования экономики региона. В частности, предприятие ПАО «Кокс» осуществляет переработку коксующихся уг-



Рис. 2. Схема влияния техногенного и экологического кластеров на ресурсные циклы региона (на примере Кемеровской области).

Fig. 2. Scheme of the influence of anthropogenic and ecological clusters on the resource cycles of the region (on the example of the Kemerovo region):

1 - integrated and rational use of coal; 2 - coal mining; 3 - reduction of emissions of harmful substances into the atmosphere, land, forest and water resources; 4 - coal combustion; 5 - reducing the negative impact on land, forest and water resources, conservation of mineral resources; 6 - ash dumps of energy generating enterprises; 7 - production of building materials in accordance with the requirements of environmental standards; 8 - construction industry; 9 - obtaining a wide range of non-ferrous and rare metals; 10 - metallurgy; 11 - metal fabrication waste, increasing the quantity and quality of products of the mechanical engineering industry; 12 - mechanical engineering industry.

лей для потребностей предприятий металлургии, КАО «Азот» — производит аммиачную селитру для проведения взрывных работ в угледобывающей отрасли, ООО «Химпром» — средство против обледенения «Голубая ель» для горнорудного оборудования. Кроме того, данное средство применяется для ликвидации пылений при перегрузке и транспортировке горной массы.



Рис. 3. Основные элементы горнопромышленного кластера Кемеровской области-Кузбасса.

Fig. 3. The main elements of the mining cluster of the Kemerovo region-Kuzbass:

1 - coal mining; 2 - coal processing; 3 - coking; 4 - haulage; 5 - other activities; 6 - deep processing.

«Кластеризация» базовых отраслей промышленности принципиально влияет на обеспечение региональной геоэкологической безопасности. Проблемы обеспечения геоэкологической безопасности подробно изложены в трудах В.Г. Заиканова. В работе [7] отмечается, что объектом комплексной геоэкологической оценки являются следующие виды территорий: регион, городской округ или город, а предметом — обеспечение их перспективного развития на основе рационального природопользования. Также авторы формулируют приоритеты в деятельности государства и общества в области обеспечения геоэкологической безопасности:

- ✦ разработка правовых и нормативных документов с целью обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий;
- ✦ регулирование роста техногенной нагрузки на окружающую среду при снижении уровня негативного воздействия на ее отдельные компоненты;
- ✦ рациональное использование, восстановление и охрана природных ресурсов;
- ✦ сохранение и восстановление природных экосистем.

В работах [7-9] авторы отмечают, что базисом решения исследуемой проблемы должна быть система обеспечения геоэкологической безопасности, в основе которой лежит выявление, систематизация и получение исходной информации в унифицированной форме — параметров информационного потока (утвержденная статистическая экологическая

и эколого-экономическая отчетность, данные различных видов мониторинга и другая информация).

Эффективное функционирование такой системы должно основываться на индикаторах геоэкологической безопасности урбанизированных территорий, включающих показатели, которые характеризуют существующие и ожидаемые геоэкологические опасности на заданных временных отрезках. Такие индикаторы могут быть количественно установлены с использованием статистических и мониторинговых данных [9]. Авторы этой же работы указывают, что на основании данных индикаторов разрабатывается индекс геоэкологической безопасности с целью поддержки принятия эффективных управленческих решений по обеспечению геоэкологической безопасности.

Достижение данной цели основано на решении ряда задач, среди которых наиболее значимыми являются:

- ✧ корректировка нормативно-законодательной базы в разделах соответствующих документов;
- ✧ расширение общедоступных данных в статистических источниках по геоэкологическим параметрам;
- ✧ разработка системы геоэкологических индикаторов с выделением ключевых составляющих.

В результате, авторы [10] делают вывод, что экологическая ситуация влияет на возможные варианты сохранения экосистем с учетом особенностей регионального и технологического развития промышленных предприятий.

Проблема обеспечения геоэкологической безопасности в условиях функционирования горнопромышленного кластера напрямую связана с эффективностью проводимого мониторинга. Работа авторов [11] посвящена практическим аспектам оценки эффективности системы комплексного

геоэкологического мониторинга на территориях горных отвалов ликвидируемых шахт, включающая подсистемы всех видов мониторинга: гидрогеологического, гидрологического, газового, геодинамического, земельных ресурсов, технических работ.

Авторы доказали, что оценка эффективности инвестиционных проектов должна базироваться на достоверном прогнозе динамики основных экономических показателей природопользования, обеспечивающего функционирование предприятия. При этом прогнозные значения этих показателей должны быть согласованы с основной методикой расчета эффективности реальных инвестиций. Длительные исследования показали, что технология обмена информацией по прогнозу последствий, обусловленных аэрогазодинамическими и теплофизическими процессами после ликвидации нерентабельных шахт, связана с конкретными технологиями управления в технологической системе добычи угля и ликвидации шахты. Логический уровень базовой информационной технологии в организационном управлении отображается как в моделях организации информационной деятельности по реализации рутинных операций решения информационных задач, так и в моделях принятия решений по оптимизационным задачам управления.

Структурно-функциональная схема подсистемы оценки экологических последствий представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что информация из блоков «Аэрогазодинамические и тепловые процессы» и «Источник воздействия» поступает в блок «Прогнозная модель оценки экологических последствий» для подготовки эффективного управленческого и технического решения Центром экологического мониторинга.

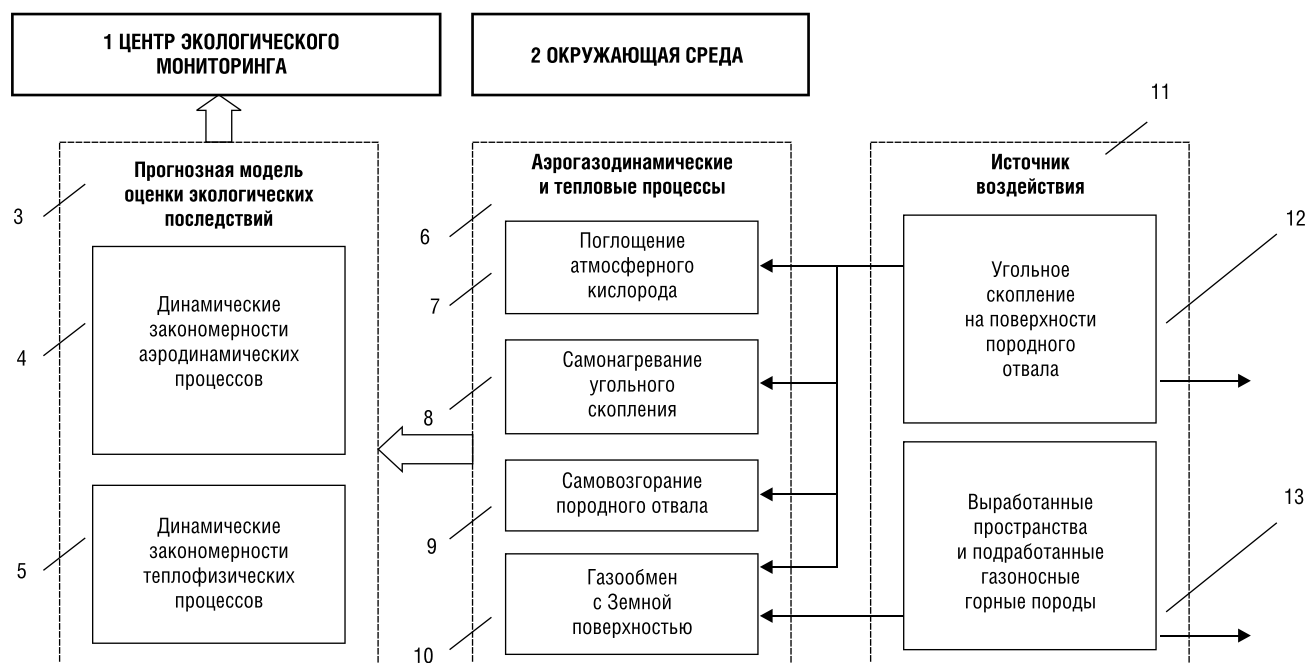


Рис. 4. Структурно-функциональная схема оценки экологических последствий при закрытии шахт Кузбасса

Fig. 4. Structural-functional scheme for assessing environmental consequences during the closure of mines in Kuzbass:

1 - Center for environmental monitoring; 2 - environment; 3 - predictive environmental impact assessment model; 4 - dynamic regularities of aerogasdynamic processes; 5 - dynamic regularities of thermophysical processes; 6 - aerogasdynamic and thermal processes; 7 - uptake of atmospheric oxygen; 8 - spontaneous heating of coal; 9 - spontaneous combustion of a rock dump; 10 - gas exchange with the Earth's surface; 11 - source of impact; 12 - coal accumulation on the surface of a waste rock dump; 13 - worked-out areas and underworked gas bearing rocks.

Таким образом, можно сделать вывод, что усовершенствованная методика оценки экологических последствий, обусловленных аэрогазодинамическими и теплофизическими процессами после ликвидации нерентабельных шахт, позволяет обосновывать целесообразность доработки оставшихся запасов коксующихся углей.

В связи с тем, что основным и универсальным видом негативного воздействия для предприятий горнодобывающего кластера являются отходы производства и потребления, авторы исследования [12, 13] разработали методический подход к эколого-экономической оценке направлений использования отходов гидродобычи угля и соответствующий алгоритм его реализации:

- ✧ необходимость проведения всестороннего анализа условий производства;
- ✧ выявление потенциальных направлений использования отходов углеобогащения и формирование вариантов их реализации;
- ✧ установление критериев оценки эколого-экономической эффективности использования отходов углеобогащения;
- ✧ установление и оценка факторов, влияющих на эффективность направлений использования отходов углеобогащения;
- ✧ оценка направлений использования отходов углеобогащения с использованием экономико-математической модели;

- ✧ выбор направлений использования отходов углеобогащения на основе разработанного механизма эколого-экономической оценки и выбора наиболее предпочтительного из них;

- ✧ формирование методики алгоритма эколого-экономической оценки направлений использования отходов углеобогащения.

Данные исследования положены в основу направлений геоэкологической безопасности [14], среди которых одними из наиболее важных являются следующие:

- ✧ внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий;
- ✧ разработка и применение способов природопользования, адаптированных к региональным и локальным особенностям различных производств;
- ✧ оптимизация территориальных нагрузок для нужд прежде всего угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности.

Работа М.М. Хайрутдинова с коллективом авторов [15] также посвящена исследованиям, направленным на использование отходов в строительной отрасли. Например, замена традиционного цементного вяжущего на магний-содержащие шлаки в строительной-закладочной смеси позволяет разработать состав, удовлетворяющий прочностным характеристикам искусственного массива или строительных конструкций, не несущих высокой нагрузки. Применение техногенных отходов в строительной-закла-

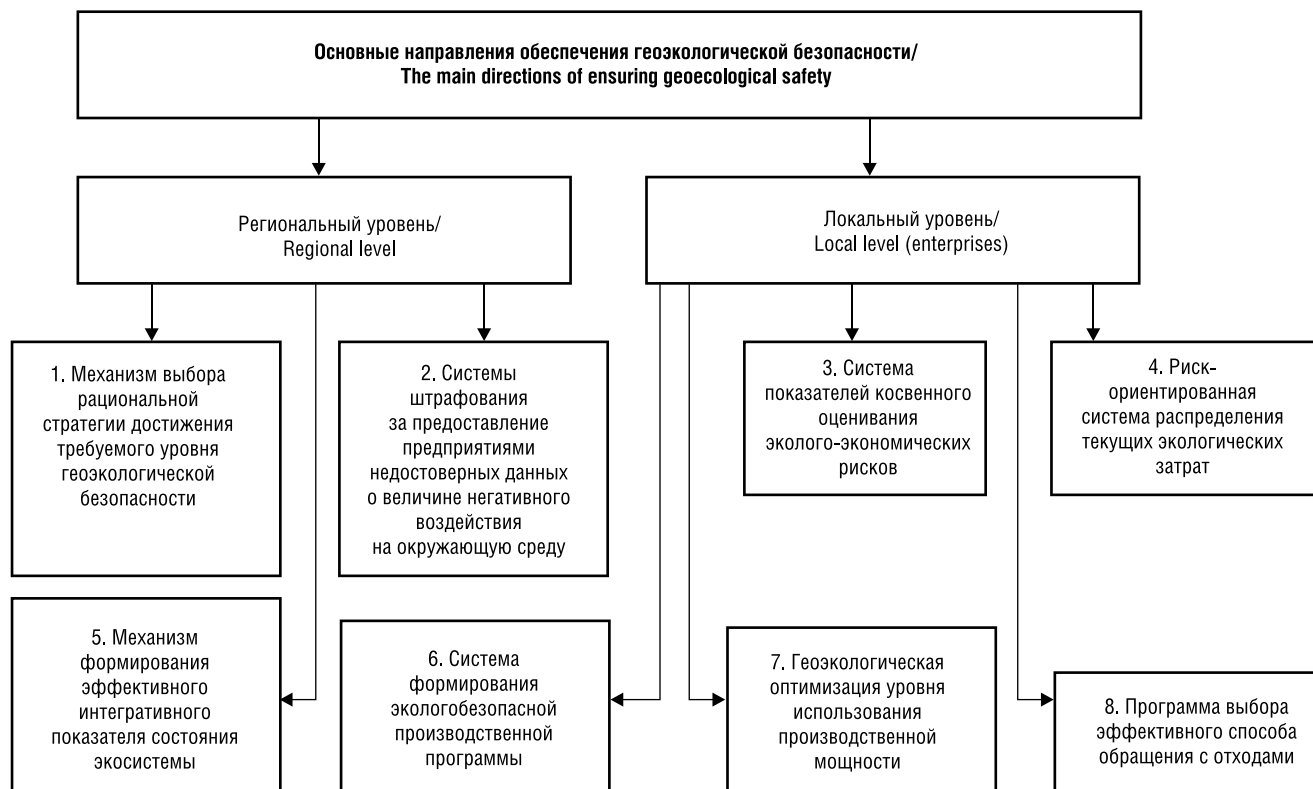


Рис. 5. Основные направления обеспечения геоэкологической безопасности.

Fig. 5. The main directions of ensuring geoeological safety:

1 - mechanism for choosing a rational strategy for achieving the required level of geoeological safety; 2 - systems of fines for providing unreliable data on the magnitude of the negative impact on the environment by enterprises; 3 - system of indicators for indirect assessment of environmental and economic risks; 4 - risk-oriented system of distribution of current environmental costs; 5 - mechanism for the formation of an efficient integrative indicator of the state of the aquatic ecosystem; 6 - system of the formation of an environmentally friendly production program; 7 - geoeological optimization of the level of production capacity utilization; 8 - program for choosing an efficient waste management method.

дочной смеси возможно после их механической активационной обработки в дезинтеграторах, что повышает прочностные характеристики конструкций и искусственного массива.

Максимальный эколого-экономический эффект применения техногенных отходов в строительно-закладочных смесях возможно достичь, только после их глубокой переработки и доизвлечения полезных компонентов, а также нейтрализации отрицательного действия оставшихся. При этом вовлечение в глубокую переработку отходов горного и перерабатывающего производств создает предпосылки создания новой материально-сырьевой базы горнопромышленного комплекса и исключает расходы на разведку и освоение новых месторождений.

Авторы делают вывод, что вовлечение техногенных отходов в замкнутый цикл основного и вспомогательного производств уменьшает объемы техногенных массивов, что

значительно снижает воздействие горнодобывающего производства на окружающую среду.

Обеспечение региональной геоэкологической безопасности может быть реализовано, как на региональном уровне, охватывая, в частности, всю территориально-производственную систему Кемеровской области [16, 17], так и на локальном, учитывающем конкретные предприятия. На рис. 5 представлены основные направления обеспечения геоэкологической безопасности, прямо или косвенно влияющие на повышение эффективности функционирования предприятий горнодобывающего кластера.

Из рис. 5 видно, что, по мнению автора, основные направления обеспечения геоэкологической безопасности можно условно разделить на региональные и локальные. Условность дифференциации данных направлений связана с тем, что их прямое использование на одном уровне позволяет также косвенное использование на другом (табл. 1).

Таблица 1/Table 1

**Дифференциация основных направлений обеспечения геоэкологической безопасности в зависимости от уровня использования. /
Differentiation of the main directions of ensuring geoeological safety depending on the level of use.**

Направления обеспечения геоэкологической безопасности / Directions of ensuring geoeological safety	Уровень использования / Level of use	
	Региональный / Regional	Локальный / Local
Региональные направления / Regional directions		
Механизм выбора рациональной стратегии достижения требуемого уровня геоэкологической безопасности / Mechanism for choosing a rational strategy for achieving the required level of geoeological safety	Формирование стратегии устойчивого развития региона, включающей точки «эколого-экономического роста» и переход к «зеленой» экономике / Formation of a strategy for sustainable development of a region, including the points of «environmental and economic growth» and the transition to a «green» economy	Формирование стратегии развития предприятия, минимизирующей негативное воздействия на окружающую среду при сохранении экономической результативности / Formation of an enterprise development strategy that minimizes the negative impact on the environment while maintaining economic performance
Механизм формирования эффективного интегративного показателя состояния водной экосистемы / Mechanism for the formation of an efficient integrative indicator of the state of the aquatic ecosystem	Оценивание «вклада» конкретного муниципально-го образования в загрязнение водной экосистемы, в том числе, для учета потенциального трансграничного загрязнения / Evaluation of the «contribution» of a particular municipality to the pollution of the aquatic ecosystem, including to take into account potential transboundary pollution	Косвенное оценивание «вклада» предприятия конкретной отрасли в загрязнение водной экосистемы / Indirect assessment of the «contribution» of an enterprise of a particular industry to the pollution of the aquatic ecosystem
Системы штрафования за предоставление предприятиями недостоверных данных о величине негативного воздействия на окружающую среду / Systems of fines for providing unreliable data on the magnitude of the negative impact on the environment by enterprises	Разработка нормативной базы для взимания штрафов с предприятий, предоставляющих недостоверные данные об уровне загрязнения окружающей среды / Development of a regulatory framework for the collection of fines from enterprises that provide false data on the level of environmental pollution	Определение предприятием потенциальных «точек экологического риска», связанных с негативным воздействием на окружающую среду / Identification by the enterprise of potential «environmental risk points» associated with a negative impact on the environment
Локальные направления / Local directions		
Система показателей косвенного оценивания эколого-экономических рисков / System of indicators for indirect assessment of environmental and economic risks	Формирование экологической политики государства или территориально-производственных комплексов с учетом соответствующих рисков / Formation of the environmental policy of the state or territorial production complexes, taking into account the relevant risks	Реализация рискориентированного подхода в деятельности предприятия, направленного на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду / Application of a risk-oriented approach in the activities of the enterprise, aimed at minimizing the negative impact on the environment
Система формирования экологически безопасной производственной программы / System of the formation of an environmentally friendly production program	Обоснование направлений социально-экономического развития территориально-производственных комплексов с учетом обеспечения геоэкологической безопасности / Justification of the directions of socio-economic development of territorial production complexes, taking into account the geoeological safety	Планирование «экологически безопасной» производственной программы предприятия по отдельным номенклатурным или ассортиментным позициям, а также направлений деятельности с учетом потенциального негативного воздействия на окружающую среду / Planning an «environmentally friendly» production program of an enterprise for certain nomenclature or assortment items, as well as areas of activity, taking into account the potential negative impact on the environment
Риск-ориентированная система распределения текущих экологических затрат / Risk-oriented system of distribution of current environmental costs	Планирование государством или территориально-производственными комплексами природоохранных затрат посредством реализации национальных проектов или региональных программ для снижения региональных или глобальных эколого-экономических рисков / Planning by the state or territorial production complexes of environmental costs through the implementation of national projects or regional programs to reduce regional or global environmental and economic risks	Планирование текущих природоохранных затрат предприятия на основе данных по снижению эколого-экономических рисков за предыдущий период / Planning the current environmental costs of an enterprise based on data on reducing environmental and economic risks for the previous period

Направления обеспечения геозкологической безопасности / Directions of ensuring geoeological safety	Уровень использования / Level of use	
	Региональный / Regional	Локальный / Local
Геозкологическая оптимизация уровня использования производственной мощности / <i>Geoeological optimization of the level of production capacity utilization</i>	Обоснование экологической емкости территориально-производственного комплекса с позиций устойчивого развития региона и государства / <i>Justification of the ecological capacity of the territorial production complex from the standpoint of sustainable development of the region and the state</i>	Планирование предприятием уровня использования производственной мощности по отдельным номенклатурным или ассортиментным позициям продукции с учетом экологических и технико-экономических ограничений / <i>Planning by the enterprise of the level of use of production capacity for individual nomenclature or assortment items of products, taking into account environmental, engineering and economic restrictions</i>
Программа выбора эффективного способа обращения с отходами / <i>Program for choosing an efficient waste management method</i>	Обоснование необходимости формирования «отходоперерабатывающей» инфраструктуры на региональном уровне, включая операторов по обращению с ТКО / <i>Justification of the need to form a waste processing infrastructure at the regional level, including operators for the treatment of MSW</i>	Выбор предприятием наиболее эффективного способа обращения с отходами с учетом экологической и технико-экономической составляющих / <i>The choice by the enterprise of the most efficient way of waste management, taking into account the environmental, engineering and economic components</i>

При этом региональные направления требуют нормативно-законодательной поддержки соответствующих органов государственной и муниципальной власти. В частности, для управленческих природоохранных структур большое значение имеет выбор адекватной стратегии, основанный на применении ориентированных графов [18].

Другой элемент первого блока (система штрафования) направлен на повышение ответственности природопользователей с точки зрения достоверности представляемой информации об уровне их негативного воздействия на окружающую среду. Кроме того, для такого региона, как Кузбасс, имеющего крупный водный источник – реку Томь, большое значение имеет учет трансграничного загрязнения, характеризующего «вклад» отдельных муниципальных образований в ухудшение качества данной экосистемы.

Группа локальных направлений обеспечения геозкологической безопасности [19] направлена не только на снижение негативного воздействия на окружающую среду, но и на улучшение технико-экономических показателей деятельности предприятия (снижение себестоимости, увеличение объема продукции, прибыли и другие). Например, разработанная система распределения текущих природоохранных затрат основана на косвенных показателях оценивания эколого-экономических рисков [20] и направлена на достижение их планируемого значения. Формирование производственной программы и оптимизация уровня использования производственной мощности также «привязаны» к экологическим и эколого-экономическим показателям предприятия. Важное значение для предприятий имеет выбор способа обращения с отходами, как наиболее «универсального» вида негативного воздействия, основанного на достижении оптимальных экологических и технико-экономических показателей.

Выводы. В статье приведены результаты исследований, направленных на изучение особенностей формиро-

вания и функционирования региональных промышленных кластеров, построенных по технологическому принципу. Особое внимание уделено основным характеристикам горнодобывающего кластера, оказывающего высоко диверсифицированное негативное воздействие на окружающую среду.

Установлено, что процессы формирования и функционирования промышленных кластеров оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду, что требует совершенствования действующих механизмов обеспечения геозкологической безопасности.

Определены региональные направления обеспечения геозкологической безопасности, включающие механизмы выбора рациональной стратегии достижения требуемого уровня, формирование эффективного интегративного показателя состояния водной экосистемы, а также систему штрафования за предоставление предприятиями недостоверных данных о величине негативного воздействия на окружающую среду.

Выявлены актуальные локальные направления обеспечения геозкологической безопасности: риск-ориентированная система распределения текущих экологических затрат, в основе которой лежит авторская система показателей косвенного оценивания эколого-экономических рисков; система формирования экологобезопасной производственной программы предприятия; геозкологическая оптимизация уровня использования производственной мощности предприятия; программа выбора эффективного способа обращения с отходами.

Результаты исследований могут быть полезными при обосновании экологической емкости территориально-производственных комплексов, а также технических решений предприятий, направленных на снижение негативной нагрузки на окружающую среду и улучшение финансовых показателей. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Фридман Ю.А., Логинова Е.Ю., Речко Г.Н. Кузбасс в поисках новой парадигмы развития: промышленные кластеры // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 2. С. 135-145.
2. Березнев С.В., Кульпина Е.Е. Реальность и подходы инновационно-технологического развития Кузбасса // ЭКО. 2021. № 6. С. 46-66.
3. Краснов О.С., Салихов В.А. Перспективы решения проблем экономического и социально-экологического развития Кемеровской области за счет формирования кластеров // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2021. № 3 (47). С. 106-111.
4. Краснов О.С., Салихов В.А. Влияние кластеров на экономическое и социально-экологическое развитие горнопромышленных регионов и на переход к новым технологическим укладам // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2021. № 56. С. 81-96.
5. Краснов О.С., Салихов В.А. Оценка влияния комплексного использования техногенных отходов на ресурсные циклы региона (на примере Кемеровской области) // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. № 41. С. 85-94.

6. Синергетический подход к совершенствованию налогообложения на основе учета технологических и экономических аспектов открытых горных работ / О.И. Литвин [и др.] // Уголь. 2022. № 1 (1150). С. 4-7.
7. Минакова Т.Б., Заиканов В.Г. Проблемы геоэкологической безопасности урбанизированных территорий // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2018. № 3. С. 18-26.
8. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Булдакова Е.В. Геоэкологическая безопасность урбанизированных территорий: подходы и пути реализации // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. № 1. С. 17-23.
9. Индексы и индикаторы геоэкологической безопасности урбанизированных территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова, Е.В. Булдакова, И.С. Сависко // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. № 4. С. 94-101.
10. Механизм выбора вариантов сохранения экосистем с учетом региональных и технологических особенностей промышленных предприятий / А.В. Мясков, А.С. Тулупов, О.В. Жиронкина, В.С. Зайцев // Экономика в промышленности. 2018. Том 11. № 3. С. 273-279.
11. Системные принципы оценки экологической эффективности и безопасности подземной добычи угля / Н.М. Качурин, Р.А. Ковалев, В.И. Сарычев, К.А. Головин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 7. С. 312-319.
12. Качурин Н.М., Ефимов В.И., Никулин И.Б. Принципы формирования эколого-экономической оценки использования отходов углеобогащения // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 3. С. 232-243.
13. Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Антонов А.И. К вопросу переработки угольных шламов // Уголь. 2018. № 2 (1103). С. 77-80.
14. Мясков А.В. Экологическая безопасность: направления снижения негативных воздействий горнодобывающих предприятий на природные экосистемы // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 3. С. 39-44.
15. Снижение вредного воздействия промышленных производств на окружающую среду путем использования техногенных отходов / М.М. Хайрутдинов, Р.А. Ковалев, А.Б. Копылов, Н.Д. Кулаков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 4. С. 109-121.
16. Системный анализ параметров устойчивого развития угледобывающего региона в свете нарастания экологических проблем (на примере Кемеровской области - Кузбасса) / А.А. Хорешок, Н.В. Кудреватых, О.Б. Шевелева, Е.В. Слесаренко // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Том 13. № 4 (50). С. 505-517.
17. Khoreshok, A. Management of environmental and economic risks of mining enterprises / A. Khoreshok, A. Kudrevatyh, T. Koroleva, D. Islamov // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 303 (01021).
18. Михайлов В.Г., Киселева Т.В., Михайлова Я.С. Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона // Уголь. 2021. № 12 (1149). С. 50-56.
19. Киселева Т.В., Михайлов В.Г., Михайлов Г.С. Совершенствование организационно-экономического механизма управления отходами угледобывающего предприятия // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5. С. 494-501.
20. Маколова Л.В., Киселева С.П., Вишняков Я.Д. К вопросу оценки эффективности и снижения рисков стратегии эколого-ориентированного развития предприятия // Отходы и ресурсы. 2021. № 2. URL: <https://resources.today/PDF/05ECOR221.pdf> (дата обращения: 27.05.2022).

REFERENCES

1. Fridman Yu.A., Loginova E.Yu., Rechko G.N. Kuzbass looking for a new development paradigm: Industrial clusters. Bulletin KuzSTU. 2016. No. 2. pp. 135-145.
2. Bereznev S.V., Kulpina E.E. Reality and approaches to the innovative-technological development of Kuzbass. ECO. 2021. No. 6. pp. 46-66.
3. Krasnov O.S., Salikhov V.A. Prospects for solving problems of economic and socio-ecological development of the Kemerovo region through the formation of clusters. Geology and mineral resources of Siberia. 2021. No. 3 (47). Pp. 106-111.
4. Krasnov O.S., Salikhov V.A. The impact of clusters on the economic and socio-ecological development of mining regions, and on the transition to new technological modes. Tomsk State University. Journal of Economics. 2021. No. 56. pp. 81-96.
5. Krasnov O.S., Salikhov V.A. Assessing the impact of the integrated use of technogenic waste to resource cycles in the region (in the Kemerovo region). Tomsk State University. Journal of Economics. 2018. No. 41. pp. 85-94.
6. Synergetic approach to improvement taxation based on accounting of technological and economic aspects of open-pit mining / O.I. Litvin [et al.]. Ugol. 2022. No. 1 (1150). pp. 4-7.
7. Minakova T.B., Zaikanov V.G. Problems of geoecological security in urban territories. Geoecologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2018. No. 3. pp. 18-26.
8. Zaikanov V.G., Minakova T.B., Buldakova E.V. Geoenviromental safety of urban areas: approaches and implementation. Geoecologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2019. No. 1. pp. 17-23.
9. Indices and indicators of geoenviromental safety of urban areas / V.G. Zaikanov, T.B. Minakova, E.V. Buldakova, I.S. Savisko. Geoecologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2019. No. 4. pp. 94-101.
10. The mechanism of variants of ecosystem conservation options taking into accounting regional and technological features of mining enterprises / A.V. Myaskov, A.S. Tulupov, O.V. Zhironkina, V.S. Zaitsev. Russian Journal of Industrial Economics. 2018. Vol. 11. No. 3. pp. 273-279.
11. Kachurin N.M., Kovalev R.A., Sarychev V.I., Golovin K.A. Systems concept of evaluating environmental efficiency and safety of underground coal mining. Izvestiya Tula State University. Technical sciences. 2019. No. 7. pp. 312-319.
12. Kachurin N.M., Efimov V.I., Nikulin I.B. Principles of forming environmental-economical evaluation of using coal cleaning wastes. Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth. 2016. No. 3. pp. 232-243.
13. Efimov V.I., Korchagina T.V., Antonov A.I. On coal slurry processing. Ugol. 2018. No. 2 (1103). pp. 77-80.
14. Myaskov A.V. Ecological safety: directions to reduce the mining enterprises negative impacts on natural ecosystems. Bulletin of Scientific Centre VostNIi for Industrial and Environmental Safety. 2018. No. 3. pp. 39-44.

15. Khayrutdinov M.M., Kovalev R.A., Kopylov A.B., Kulakov N.D. Reducing the harmful impact of industrial production on the environment by using man-made waste. *Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*. 2021. No. 4. pp. 109-121.
16. Khoreshok A.A., Kudrevatyh N.V., Sheveleva O.B., Slesarenko E.V. System analysis of the parameters of sustainable development of the coal region in the light of increasing environmental problems (on the example of the Kemerovo region - Kuzbass). *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2021. Vol. 13. No. 4 (50). pp. 505-517.
17. Khoreshok, A. Management of environmental and economic risks of mining enterprises / A. Khoreshok, A. Kudrevatyh, T. Koroleva, D. Islamov. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 303 (01021).
18. Mikhailov V.G., Kiseleva T.V., Mikhailova Ya.S. Development of a system to manage the environmental and economic security of a coal mining region. *Ugol*. 2021. No. 12. pp. 50-56.
19. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G., Mikhailov G.S. Improving the organizational and economic mechanism for managing waste from a coal mining enterprise. *Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources*. 2019. No. 5. pp. 494-501.
20. Makolova L.V., Kiseleva S.P., Vishnyakov Ya.D. On the issue of assessing the effectiveness and risk reduction of the company's environmental-focused development strategy. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2021. No. 2. URL: <https://resources.today/PDF/05ECOR221.pdf> (access date: 27.05.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS



Михайлов Владимир Геннадьевич:
кандидат технических наук,
доцент кафедры производственного менеджмента
Кузбасского государственного технического
университета имени Т.Ф. Горбачева,
Москва, Россия,
e-mail: mvg.eohp@kuzstu.ru

Mikhailov Vladimir Gennadievich:
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Production
Management,
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University,
Moscow, Russia,
e-mail: mvg.eohp@kuzstu.ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

Информируем Вас

При содействии Международного союза машиностроителей в период 12-18 сентября 2022 г. в городе Севастополе (с проведением и проживанием в пансионате «Изумруд» в бухте Ласпи на Южном берегу Крыма) состоится VIII Международный ФОРУМ «ТЕХНОСФЕРА - 2022», организованный техническими университетами Донецка, Луганска, Севастополя и других городов стран ЕАЭС и мира. Более детальная информация приведена на сайте: <http://tm.donntu.org>

WWW.N-GN.RU



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

Информируем Вас

В городе Севастополе 15 сентября 2022 года состоится XXIII съезд МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ, объединяющий машиностроителей из 21 страны мира. Более детальная информация приведена на сайтах: <http://iumb.donntu.org>, <http://tm.donntu.org>

WWW.N-GN.RU