

УДК 622.014

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ РЕГИОНОВ****ЧУЖЕГОВ А.А.**

студент гр. ИИБ-251.2 (КузГТУ)

Научный руководитель: ПАНАСИНА Т.В., старший преподаватель кафедры
ЭиЕНД (КузГТУ)Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Кузбасский государственный техниче-
ский университет имени Т.Ф.Горбачева» в г. Прокопьевске

Аннотация. Представлена разработанная математическая схема комплексного решения экологических проблем, основанная на синергетическом взаимодействии трех ключевых блоков: предотвращение, контроль и восстановление. В статье рассматриваются ключевые экологические проблемы угледобычи, которые негативно воздействуют на природные компоненты – атмосферный воздух, водные ресурсы, почвы и геологическую среду. Особое внимание уделено вопросам загрязнения воздуха, образования отходов и нарушению земель.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, Кемеровская область, угледобыча, угольная пыль, промышленные отходы, рекультивация земель

Annotation. The developed mathematical scheme for the integrated solution of environmental problems is presented, based on the synergetic interaction of three key blocks: prevention, control and restoration. The article examines the key environmental problems of coal mining, which negatively affect natural components – atmospheric air, water resources, soils and the geological environment. Special attention is paid to the issues of air pollution, waste generation and land disturbance.

Key words: Environmental safety, Kemerovo region, coal mining, coal dust, industrial waste, land reclamation

Экологическая безопасность регионов, ведущих добычу угля, является одной из наиболее важных проблем России в настоящее время. Регионы, которые являются экономическим фундаментом страны, одновременно несут экологические и социальные риски: загрязнение воздуха, деградация природных систем, опасность техногенных аварий и рост заболеваемости у населения. Для минимизации данных рисков необходим комплексный и системный подход, который сочетает в себе экологические, технические, экономические и социальные меры. На примере Кемеровской области-Кузбасса анализируем масштабность проблемы и разработаем план комплексного решения.

Кемеровская область является ярким примером региона, в котором собраны все основные факторы негативного воздействия горной промышленности: крупные масштабы производства, большая концентрация объектов

добычи и переработки, а также сложная структура отраслей, имеющих высокий класс вредности. Это определяет кризисную экологическую ситуацию.

Угольная пыль остается ключевым загрязнителем, ухудшающим качество воздуха, блокирующим фотосинтез растений и меняющим свойства почвы. Состояние воздуха — индикатор экологического благополучия региона. Согласно официальным данным [1], в 2022 году суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Кузбасса составил 1655,7 тыс. тонн. Основными источниками выбросов являются стационарные объекты (шахты, разрезы, обогатительные фабрики), на которые приходится 1593,3 тыс. тонн (96,2%) всех выбросов.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников с 2012 по 2022 год (рисунок 1) свидетельствует о росте общего объема выбросов на 5,7% [1]. При добыче угля открытым способом основным загрязнителем становится угольная и породная пыль, а при подземном способе — метан, а также множество токсичных веществ (тяжелые металлы, оксиды серы и азота). Медицинская статистика свидетельствует, что житель Кемеровской области в среднем живет на 3-4 года меньше среднестатистического россиянина, а длительность воздействия угольной пыли приводит к хроническим бронхитам и астме.

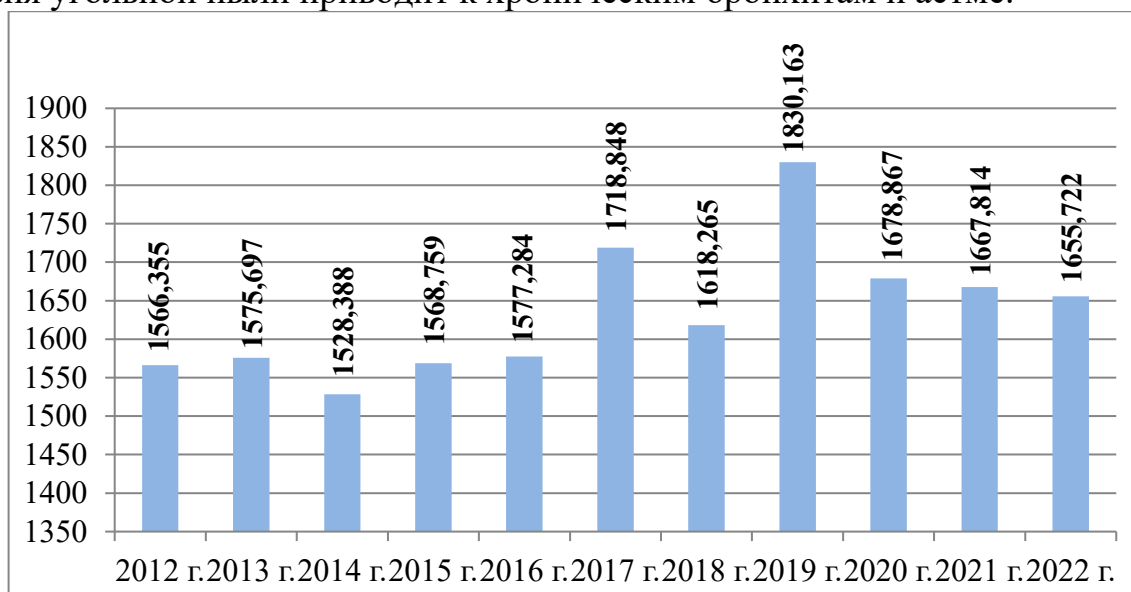


Рисунок 1 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (2012-2022 г.)

Антропогенная нагрузка на водные объекты Кузбасса остается высокой. Одна из наиболее важных проблем – шахтные воды. По данным исследований только 13-15% откаченных шахтных вод используются повторно в технологическом цикле, остальные 85-87%, которые являются слабо очищенными, сбрасываются в реки и водоемы, нарушая их естественный баланс [2]. Так же постоянная откачка воды из шахт приводит к истощению водоносных горизонтов, снижению уровня грунтовых вод, пересыханию малых рек и заболачиванию территорий.

Нарушение земель и образование отходов – две взаимосвязанные масштабные экологические проблемы Кемеровской области, являющиеся следствием интенсивной добычи угля. Добыча 1 млн. тонн угля открытым способом приводит к нарушению 35-50 гектаров земной поверхности. За историю разработок в Кемеровской области образовалось более 91,7 тыс. гектаров техногенных пустошей. Около 70% поверхности отвалов представляют собой «техногенную пустыню», где практически невозможно естественное восстановление почв и растительности. Кемеровская область формирует крупнейший в стране объем отходов. В 2024 году объем отходов составил 3,31 млрд. тонн, что составляет 39% от общероссийского объема. Основную массу отходов составляют пустые породы, которые удаляются для доступа к угольным пластам, а также отходы обогащения угля [3].

Решение экологических проблем угольных регионов не может быть точечным и требует системной, многоуровневой стратегии. Нами разработана математическая схема комплексного решения экологических проблем (рисунок 2):

Блок 1. Внедрение наилучших доступных технологий:

- Снижение уровня пыли. Широкое применение систем аспирации и гидрообеспыливания с помощью поливальных машин и систем орошения.

- Утилизация метана. Разработка и внедрение технологий сбора и утилизации метана из угольных пластов.

- Очистка и оборотное водоснабжение. Необходимо внедрение эффективных систем очистки шахтных вод до уровня, позволяющего их повторное использование в технологическом цикле, что сократит нагрузку на водные объекты.

- Использование отходов. Внедрение технологий, которые позволяют использовать отходы обогащения во вторичном производстве, например, в строительстве.

Блок 2. Совершенствование системы мониторинга и контроля:

- Необходим постоянный мониторинг состояния воздуха, вод и почв в зоне влияния предприятий.

- Требуется усиление контроля за соблюдением проектных решений при формировании отвалов, включая противооползневые мероприятия и контроль температуры.

- Важна разработка математических моделей для прогнозирования влияния на окружающую среду и оценки рисков.

Блок 3. Рекультивация и реабилитация нарушенных земель:

- Планирование на стадии проекта – обеспечение финансовых гарантий на будущую рекультивацию еще до начала работ.

- Комплексное восстановление – воссоздание плодородного слоя почв, биологическая рекультивация с подбором устойчивых растений, возвращение земель в хозяйственный оборот.

- Ликвидация исторического ущерба – разработка и финансирование федеральных программ по рекультивации заброшенных отвалов.

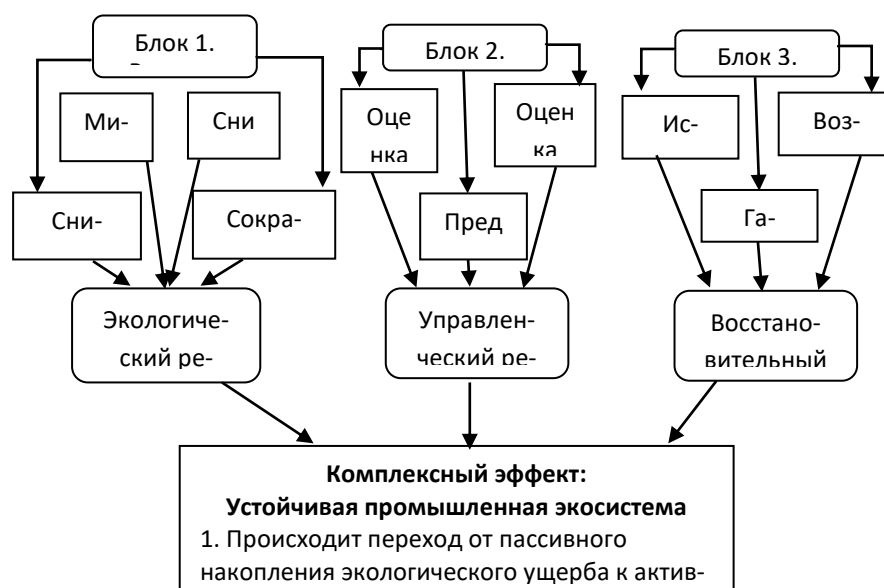


Рисунок 2- Концепция решения экологических проблем

Предложенный комплексный подход, основанный на синергии, находит прямое отражение в плане Кемеровской области по решению экологических проблем, финансируется из федерального, регионального и местного бюджетов и средств предприятия. Каждый блок решает задачи на разных этапах: предотвращение, контроль, восстановление. Их взаимодействие выглядит так:

1. Наилучшие доступные технологии и мониторинг. Внедрение технологий (блок 1) дает фактические выбросы/сбросы. Мониторинг (блок 2) в реальном времени измеряет их эффективность, а модели прогнозируют долгосрочные последствия. Данные с мониторинга сразу же используются для корректировки работы систем наилучших доступных технологий (к примеру, увеличение мощности полива при росте показателей пыли). В Кемеровской области данная связь раскрывается через реализацию федерального проекта «Чистый воздух» и модернизацию промышленности (Крупные инвестиции предприятий в новые технологии, например, строительство серогазоочистки на АО «ЕВРАЗ ЗСМК»). Параллельно создаются и совершенствуются системы экомониторинга. По итогам реализации мероприятий к 2030 году планируется достигнуть цель по снижению общих выбросов на 20% и выбросов наиболее опасных веществ на 50% [4].

2. Мониторинг и рекультивация. Постоянный контроль за отвалами (блок 2) предотвращает возникновение катастроф (оползни, самовозгорание), что снижает будущие затраты и сложность рекультивации (блок 3). Прогнозные модели (блок 2) помогают планировать этапы и методы рекультивации еще на стадии проектирования. Примером в Кемеровской области является участие в федеральном проекте «Вода России». В рамках реализации данного проекта было собрано более 5 тонн бытового мусора на территории берегов и прибрежной зоны озера Красного и реки Томь. [5]Так же проводятся подго-

товительные работы в рамках проекта «Чистая страна» по рекультивации полигонов. Данные работы привели к ликвидации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов в Кировском районе Кемерово, итогом чего стало восстановление более 7,2 гектаров земель и улучшение качества жизни для сотен тысяч жителей [6].

3. Наилучшие доступные технологии и рекультивация. Использование отходов (блок 1) напрямую сокращает объем новых отвалов, уменьшения площади земель, требующих будущей рекультивации (блок 3). Очищенные шахтные воды (блок 1) могут использоваться для биологической рекультивации (полив), создавая замкнутый водный цикл. В Кемеровской области реализуется научно-техническая программа «Чистый уголь – зеленый Кузбасс» и активно внедряются замкнутые системы оборотного и бессточного водоснабжения на обогатительных фабриках. Это приведет к сокращению площади, требующей рекультивации. Превращение отходов обогащения в ресурс для строительства или работ по рекультивации. Так же минимизируется забор свежей воды и сбросы стоков, а очищенные шахтные воды могут быть использованы для технических нужд. [7]

Таким образом, комплексный подход, который сочетает в себе модернизацию производства, внедрение замкнутых циклов, рекультивацию и участие в федеральных проектах, показывает системный путь решения экологических проблем Кемеровской области и служит примером модели для других угледобывающих регионов.

Список литературы:

1. Экология Кемеровской области [Электронный ресурс] // Кемеровский филиал ФБУ "ТФГИ по Сибирскому Федеральному округу" URL: <http://geofondkem.ru/ekology3.htm> (дата обращения: 03.12.2025).
2. Экологические проблемы угледобывающих регионов России [Электронный ресурс] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований URL: <https://applied-research.ru/article/view?id=11773> (дата обращения: 03.12.2025).
3. Россия снижает объемы отходов: устойчивые тренды 2024 года [Электронный ресурс] // ГРАНИУМ URL: <https://greenium.ru/14302/> (дата обращения: 03.12.2025).
4. Савченко М. Федеральный проект «Чистый воздух» в Кузбассе: промежуточные итоги и перспективы [Электронный ресурс] // Кузбасс Эко. – 2024. – 29 января. – URL: <https://kuzbasseco.ru/2024/01/29/federalnyj-proekt-chistyj-vozdux-v-kuzbasse-promezhutochnye-itogi-i-perspektivy/> (дата обращения: 03.12.2025).
5. Кузбассовцы присоединились к федеральным экологическим инициативам [Электронный ресурс] // Информационный портал «Кузбасс 85». – 2025. – 26 сентября. – URL: <https://kuzbass85.ru/2025/09/26/kuzbassovczy-prisoedinilis-k-federalnym-ekologicheskim-inicziativam/> (дата обращения: 03.12.2025).

-
6. Реализация федерального проекта «Чистая страна» национального проекта «Экология» в Кемеровской области – Кузбассе [Электронный ресурс]// Информационный портал «КузбассЭко». – 2022. – 9 дек. – URL: <https://kuzbasseco.ru/nacionalnyj-proekt-ekologiya/realizaciya-federalnogo-proekta-chistaya-strana-nacionalnogo-proekta-ekologiya-v-kemerovskoj-oblasti-kuzbasse/> (дата обращения: 03.12.2025).
 7. Экологические проблемы угледобывающих регионов России [Электронный ресурс] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований URL: <https://applied-research.ru/article/view?id=11773> (дата обращения: 03.12.2025).