

УДК 331.45

Лизунова Ю.О., студент ГБм-251

Игнатова А.Ю., доцент, (к.н.)

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева

Lizunova JO, student GBm-251

Ignatova AY, docent (Cand. Sc.)

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

## АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## ANALYSIS OF THE TECHNOGENIC IMPACT OF COAL INDUSTRY ENTERPRISES ON THE LITHOSPHERE

**Аннотация.** В данной статье проведен комплексный анализ масштабов и характера техногенного воздействия предприятий угольной промышленности на литосферу. Установлено, что ключевым негативным фактором является образование колоссальных объемов вскрышных и вмещающих пород, приводящее к нарушению земель, изменению рельефа, развитию эрозионных процессов и комплексному загрязнению окружающей среды. На основе анализа статистических данных, нормативной базы и научной литературы систематизирована информация о текущем состоянии проблемы обращения с отходами угледобычи. В работе детально рассмотрены современные подходы к минимизации ущерба, включая регламентированные этапы рекультивации нарушенных земель (горнотехнический и биологический) и перспективные технологии утилизации вскрышных пород, в частности, их переработку в щебень для дорожного строительства. Сделан вывод о том, что устойчивое развитие угледобывающих регионов невозможно без внедрения комплексной стратегии, сочетающей восстановительные мероприятия и максимальное вовлечение образующихся отходов в хозяйственный оборот.

**Annotation.** This article provides a comprehensive analysis of the scale and nature of the anthropogenic impact of coal mining enterprises on the lithosphere. It is established that the key negative factor is the formation of colossal volumes of overburden and host rock, leading to land disturbance, terrain changes, erosion, and comprehensive environmental pollution. Based on an analysis of statistical data, regulations, and scientific literature, information on the current state of coal mining waste management is systematized. The paper examines in detail modern approaches to minimizing damage, including regulated stages of disturbed land reclamation (mining and biological) and promising technologies for overburden recycling, particularly its processing into crushed rock for road

construction. It is concluded that the sustainable development of coal-mining regions is impossible without the implementation of a comprehensive strategy combining restoration measures and the maximum possible reuse of generated waste.

**Ключевые слова:** угольная промышленность, техногенное воздействие, литосфера, отходы производства, рекультивация, экологическая безопасность, утилизация, природоохранные мероприятия.

**Keywords:** coal industry, man-made impact, lithosphere, industrial waste, reclamation, environmental safety, recycling, environmental protection measures.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью оценки и минимизации негативного воздействия на предприятии угольной промышленности на природную среду. Данный вид деятельности сопровождается выбросами вредных веществ, загрязнением водных и почвенных ресурсов, нарушением ландшафта и биологического разнообразия.

Особое внимание уделяется мероприятиям по охране окружающей среды и технологии утилизации особо крупного отхода производства. Они помогут сократить вредное воздействие на природу и обеспечить устойчивое развитие компании.

Таким образом, данная тема представляет высокую актуальность и важность для научного и практического применения, а также имеет большое социально-экономическое значение.

В настоящее время внедрение современных технологий добычи угля направлено на увеличение объемов добычи и снижение затрат, однако негативное воздействие на окружающую среду остается высоким [1].

Разработка угольных месторождений — это комплекс процессов по извлечению полезных ископаемых из недр земли. Жизненный цикл угледобывающего предприятия включает: геологоразведочные и изыскательские работы, проектирование, строительство, эксплуатацию и ликвидацию (рис. 1).



Рис.1. – Жизненный цикл угледобывающего предприятия

Жизненный цикл угледобывающего предприятия начинается с геологоразведочных и изыскательских работ в границах лицензионного участка.

В ходе геологоразведки определяют запасы полезных ископаемых, характеристики месторождения (глубина залегания, мощность пластов, свойства пород) и факторы техногенного воздействия на среду.

Существует три способа разработки угольных месторождений:

- **Открытый способ** применяется при неглубоком залегании пластов. Добыча ведётся в карьерах, предприятия называются угольными разрезами.

- **Подземный способ** используется при глубине более 100 м. Добыча осуществляется в шахтах без нарушения поверхности.

- **Комбинированный способ** применяется для разработки крутых глубоко залегающих месторождений с небольшой толщиной наносов.

Выбор способа разработки определяется технико-экономическим сравнением затрат [2].

Разработка месторождения негативно влияет на все компоненты окружающей среды:

- Загрязняет атмосферу пылевыми выбросами
- Изменяет водный режим территории
- Формирует отходы
- Нарушает природный ландшафт
- Воздействует на почвы и биоту

**Рекультивация** — комплекс работ по восстановлению продуктивности и ценности нарушенных земель, регламентируемый ГОСТ 17.5.3.04-83. Процесс включает два этапа (рис.2) [7]:

#### **Горнотехнический этап:**

- Планировка поверхности отвалов и карьеров
- Создание водоотводящей сети
- Нанесение рекультивационного слоя (1,5–2,0 м для лесохозяйственных целей, 0,3–0,4 м для сельскохозяйственных)
- При необходимости — устройство защитного слоя

#### **Биологический этап:**

- **Лесохозяйственное направление:** посадка устойчивых пород (сосна, береза, акация) для защиты почвы и водоохраных функций
- **Сельскохозяйственное направление:** посев многолетних трав (костер, пырей, люцерна) с удобрениями
- **Водохозяйственное и рекреационное:** создание водоемов и зон отдыха

Эффективность рекультивации зависит от качества выполнения обоих этапов и последующего мониторинга земель.



<http://ekzse.ru/>

Рис.2. Рекультивация нарушенных земель

На каждом этапе жизненного цикла предприятие оказывает различное негативное воздействие на окружающую среду, изменяя качество природной среды через выбросы, сбросы, шум и вибрацию.

Основным объектом негативного воздействия на литосферу при открытой добыче угля являются вскрышные и вмещающие породы. Это пустые породы, покрывающие и окружающие угольные пласты, которые необходимо удалить для обеспечения доступа к полезному ископаемому. Объемы их образования определяются коэффициентом вскрыши – отношением объема вскрыши к объему добываемого угля, который может варьироваться от 2 до 5 м<sup>3</sup>/т и более [8].

По своим физико-механическим свойствам вскрышные породы неоднородны и могут относиться к разным категориям крепости по шкале Протодьяконова (от V до IX). Их состав представлен преимущественно осадочными породами: аргиллитами, алевролитами, песчаниками, суглинками и глинами. Химический состав характеризуется высоким содержанием диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$  – до 69%), оксидов алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – до 9,5%), железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – до 7,5%), кальция ( $\text{CaO}$  – до 4,2%) и магния ( $\text{MgO}$  – до 2,7%), а также микропримесями тяжелых металлов (марганец, медь, цинк, свинец и др.) [5].

По ГОСТ 17.5.1.03-86 вскрышные породы делят на три группы по пригодности к биологической рекультивации (рис.3) [3]:

- **Пригодные** (плодородные и потенциально плодородные)
- **Малопригодные**

- **Непригодные** (с сильной кислотностью/щелочностью, высоким засолением или каменистостью)

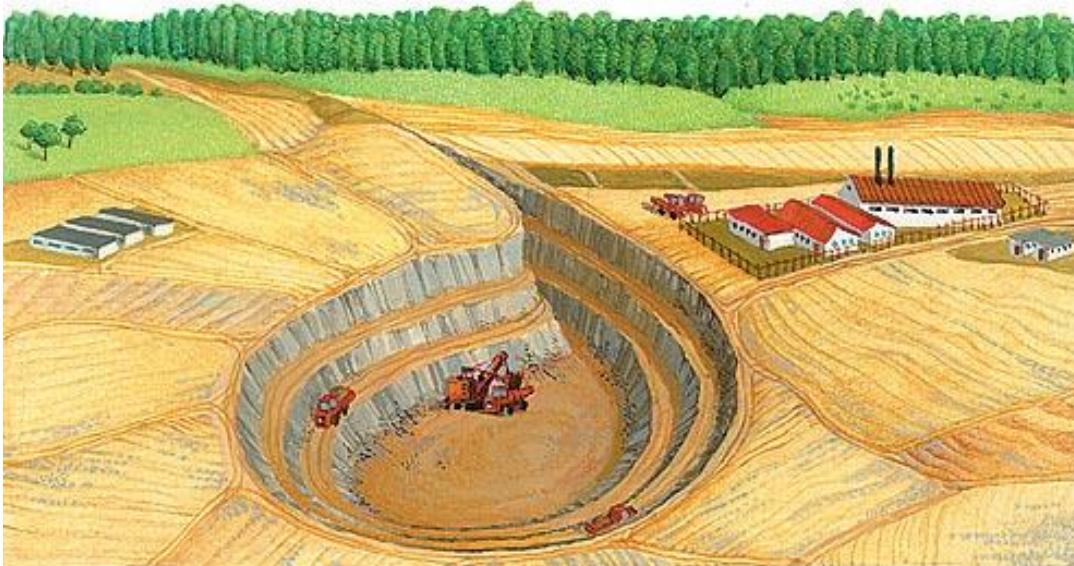


Рис. 3. Рекультивация земель после добычи полезных ископаемых

При добыче полезных ископаемых происходит техногенное изменение ландшафтов: под землёй формируется карьерное пространство, а над ней — отвалы пород. Угледобыча создаёт наибольший объём вскрышных пород.

По данным на начало 2021 года в России накоплено более 40 млрд тонн вскрышных пород от открытой добычи угля. Ежегодно образуется 7–7,5 млрд тонн, из которых утилизируется менее половины. Хотя 99% отходов относятся к V классу опасности (малоопасные), они негативно влияют на территории из-за занимаемых площадей.

Основные последствия складирования пород:

- **Нарушение земель:** отчуждается до 2 тыс. га ежегодно, включая пахотные и лесные угодья.
- **Изменение рельефа:** формируются техногенные формы высотой более 100 м.
- **Эрозия:** отвалы подвержены водной и ветровой эрозии, что вызывает загрязнение территорий.
- **Загрязнение:** вымывание солей и тяжёлых металлов загрязняет почвы и грунтовые воды.
- **Пожароопасность:** остатки угля и сульфиды могут вызывать самовозгорание.

Низкие темпы рекультивации усугубляют экологическую ситуацию в угледобывающих регионах [8].

**Переработка вскрышных пород в щебень** — эффективное решение для снижения нагрузки на литосферу. Особенно перспективно

использование крепких пород (песчаников, алевролитов) в дорожном строительстве [4].

**Требования к сырью:**

- Прочность на сжатие — не менее 40 МПа (марка щебня 400)
- Благоприятные минералы: кварц, полевые шпаты
- Ограниченно допустимы (до 10–15%): нефелин, апатит, магнетит, кальцит
  - Недопустимы в больших количествах: пирит и пирротин

**Технологический процесс:**

- Буровзрывные работы
- Дробление
- Грохочение (сортировка)
- Промывка (при необходимости)

**Эффект от производства:**

- Сокращение площадей под отвалами
- Снижение экологических платежей
- Получение прибыли от продажи щебня
- Экономия на транспортировке материала
- Улучшение экологической ситуации в регионе

Актуальность направления обусловлена высоким спросом на нерудные материалы в России (десятки млн м<sup>3</sup> ежегодно) и наличием доступного сырья в виде отвалов [6].

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Техногенное воздействие угольной промышленности на литосферу является значительным и проявляется, в первую очередь, в нарушении целостности земель и формировании крупномасштабных объектов накопления отходов – вскрышных пород.
2. Накопленные объемы вскрышных пород и продолжающиеся темпы их образования создают серьезную экологическую нагрузку на угледобывающие регионы, требующую системного решения.
3. Рекультивация нарушенных земель представляет собой отработанный и регламентированный инструмент восстановления литосферы, эффективность которого зависит от полноты и качества проведения горнотехнического и биологического этапов.
4. Наиболее перспективным путем снижения экологической нагрузки и решения проблемы отходов является максимальное вовлечение вскрышных пород в хозяйственный оборот, в частности, переработка пригодных пород в щебень для дорожного строительства, что имеет значительный экономический и экологический потенциал [5].

**Перспективные направления дальнейших исследований включают:**

- Разработку технологий селективной выемки и складирования пород, позволяющих эффективно разделять их по направлениям последующего использования.
- Углубленное изучение физико-химических и минералогических свойств вскрышных пород различных месторождений для расширения номенклатуры производимой из них продукции (вяжущие материалы, керамика, аглопорит).
- Совершенствование технологий биологической рекультивации, включая подбор высокоэффективных травосмесей и древесных культур, адаптированных к специфическим условиям техногенных субстратов.
- Разработку комплексных математических моделей для оценки и прогнозирования экологического ущерба и эффективности природовосстановительных мероприятий.

Таким образом, переход от политики простого складирования отходов к стратегии комплексной рекультивации и утилизации вскрышных пород является обязательным условием для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития угледобывающих регионов.

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». – М.: Минприроды России, 2021. – URL : [Государственные доклады — Минприроды России](#) (дата обращения: 28.10.2025)
2. ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. – URL : ["ГОСТ 17.5.1.02-85. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации"](#) (утв. и введено в действие Постановлением Госстандарта СССР от 16.07.1985 N 2228) (дата обращения: 28.10.2025)
3. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – URL ["ГОСТ 17.5.3.04-83 \(СТ СЭВ 5302-85\). Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель"](#) (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 30.03.1983 N 1521) (ред. от 01.09.1986) (дата обращения: 28.10.2025)
4. Вакалова Т.В., Погребенков В.М. Рациональное использование природного и техногенного сырья в керамических технологиях // Строительные материалы. – 2007. – №4. – С.58-61. – URL [Вскрышные породы угледобычи - перспективное сырье для производства строительных материалов – тема научной статьи по энергетике и рациональному природопользованию читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка](#) (дата обращения: 28.10.2025)

5. Макаров В.Н., Лашук В.В. Горнoprомышленные отходы как сырье для производства строительного щебня. – М.: Изд-во МГГУ, 2007. – 162 с. – URL: [Горнoprомышленные отходы как сырье для производства строительного щебня | Геологический портал GeoKniga](#) (дата обращения: 28.10.2025)

6. Кукин А. В. О производстве щебня из вскрышных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – №7. – С.263-267. – URL [Microsoft Word - 15\\_Кукин16](#) (дата обращения: 28.10.2025)

7. Лунева Е.Н. Рекультивация и охрана земель: учебное пособие. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 241 с. – URL [Рекультивация и охрана земель : учебное пособие](#) (дата обращения: 28.10.2025)

8. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 14.07.2022). – URL [Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ \(последняя редакция\) \ КонсультантПлюс](#) (дата обращения: 28.10.2025)

## References

1. State Report "On the state and protection of the Environment of the Russian Federation in 2020". Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia, 2021. URL : State Reports – Ministry of Natural Resources of Russia (accessed: 10/28/2025)

2. GOST 17.5.1.02-85. Nature conservation. Lands. Classification of disturbed lands for reclamation. – URL : "GOST 17.5.1.02-85. The State standard of the USSR. Nature conservation. Lands. Classification of disturbed lands for reclamation" (approved and put into effect by Resolution No. 2228 of the USSR State Standard of 07/16/1985) (date of application: 10/28/2025)

3. GOST 17.5.3.04-83. Nature conservation. Lands. General requirements for land reclamation. – URL "GOST 17.5.3.04-83 (ART. COMECON 5302-85). The State standard of the USSR. Nature conservation. Lands. General requirements for land reclamation" (approved and put into effect by Resolution of the USSR State Standard No. 1521 dated 30.03.1983) (as amended on 09/01/1986) (date of application: 10/28/2025)

4. Vakalova T.V., Pogrebenkov V.M. Rational use of natural and man-made raw materials in ceramic technologies. - 2007. – №. 4. – pp.58-61. – URL Coal mining overburden - promising raw materials for the production of building materials – the topic of a scientific article on energy and environmental management, read the text of the research paper for free in the CyberLeninka electronic library (accessed: 10/28/2025)

5. Makarov V.N., Lashchuk V.V. Mining waste as raw materials for the production of construction rubble. Moscow: MGSU Publishing House, 2007. 162 p. URL: Mining waste as raw materials for the production of construction rubble | GeoKniga geological portal (accessed: 10/28/2025)

6. Kukin A.V. On the production of crushed stone from overburden rocks // Mining information and Analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2007. – No. 7. – pp.263-267. – Microsoft Word URL - 15\_cook16 (accessed: 10/28/2025)

7. Luneva E.N. Land reclamation and protection: a textbook. Moscow; Berlin: Direct-Media, 2020. 241 p. URL Land reclamation and protection: a textbook (accessed: 10/28/2025)

8. On production and consumption waste: Federal Law No. 89-FZ of 06/24/1998 (as amended on 07/14/2022). – URL Federal Law "On Production and Consumption Waste" dated 06/24/1998 N 89-FZ (latest edition) \ ConsultantPlus (date of reference: 10/28/2025)