УДК 502.3:622.33

Комаров Дмитрий Сергеевич, аспирант специальности 2.8.8
Геотехнология, горные машины, гр. ГПа-261 (КузГТУ, г. Кемерово)
Komarov Dmitry Sergeevich, postgraduate student, specialty 2.8.8
Geotechnology, mining machines, group GPA-261 (KuzSTU, Kemerovo)
Комаров Александр Сергеевич, студент гр. ИИб- 241.2, III курс
(филиал КузГТУ в г. Прокопьевске)
Komarov Alexander Sergeevich, student of group IIb-241.2, 3rd year
(KuzSTU branch in Prokopyevsk)
Научный руководитель: Кузин Евгений Геннадьевич, к.т.н., начальник отдела научно-технического развития (филиал КузГТУ в г. Прокопьевске)
Scientific Supervisor: Kuzin Evgeny Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Scientific and Technical Development
(KuzSTU branch in Prokopyevsk)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ОТ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ–КУЗБАССА

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE COAL MINING INDUSTRY ON ATMOSPHERIC AIR IN THE KEMEROVO REGION–KUZBASS

Аннотация. В работе проведена оценка экологической нагрузки от добычи угля на уровень загрязнения атмосферного воздуха Кузбасса. Сделан анализ объемов угледобычи и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Установлено, что большие объемы добычи сопряжены со значительными техногенными выбросами, загрязняющими воздух. Предложены меры по снижению экологической нагрузки, связанные с внедрением передовых доступных технологий.

Ключевые слова: угледобывающая промышленность, атмосферный воздух, загрязнение окружающей среды, экология.

Abstract. This study evaluates the environmental impact of coal mining on atmospheric air pollution in the Kuzbass region. An analysis of coal production volumes and atmospheric pollutant emissions was conducted. It was established that high production volumes are associated with significant technogenic emissions that pollute the air. Measures to reduce the environmental impact, involving the implementation of best available technologies (BAT), have been proposed.

Keywords: the coal mining industry, atmospheric air, environmental pollution, ecology.

Кемеровская область–Кузбасс является одним из ключевых регионов по добыче и переработке угля в России. В 2025 г. угольщиками Кузбасса добыто 190,7 млн тонн угля [3], что обуславливает высокий уровень загрязнения окружающей среды.

Регион характеризуется значительными топливно-энергетическими ресурсами: запасы каменных углей оцениваются в 67,9 млрд тонн, бурых — 52,7 млрд тонн. По данным Министерства угольной промышленности Кузбасса, на 27.02.2025 г. в области 151 действующее угледобывающее и перерабатывающее предприятие, в том числе: 39 шахт и 55 разрезов, 57 обогатительных фабрик и установок.

На рисунке 1, а и б представлены данные о доле Кузбасса в производстве угля по России и Сибирскому федеральному округу в 2025 г. Регион произвел 44,7 % от общероссийского и 64,2 % производства угля в Сибирском федеральном округе (СФО).

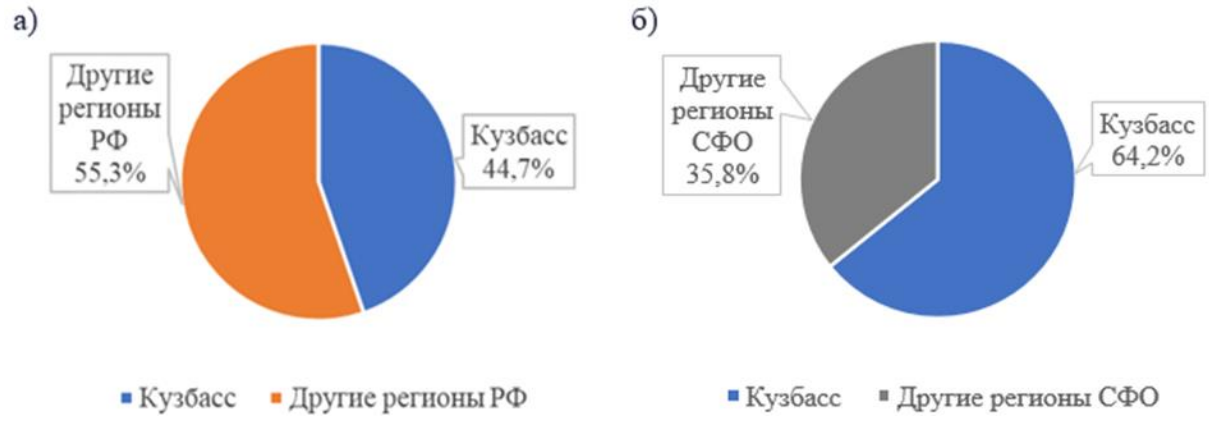

Рисунок 1 – Доля Кузбасса в производстве угля по России (а) и Сибирскому федеральному округу (б) в 2025 г.

Следовательно, Кузбасс обладает значительными сырьевыми ресурсами и производственным потенциалом для сохранения лидирующих позиций в угледобывающей отрасли России.

В настоящее время наблюдается сокращение добычи угля в регионе: в 2025 г. добыто 190,7 млн тонн угля, что на 3,9% ниже по сравнению с аналогичным периодом 2024 г. Это связано с рядом основных внешних факторов: санкционным давлением, снижением мировых цен на уголь, логистическими ограничениями железнодорожного транспорта в восточном направлении.

Динамика добычи угля за 2020−1 полугодие 2026 гг. приведена в таблице 1 (по данным Министерства угольной промышленности Кузбасса)

Таблица 1 – Динамика добычи угля за 2020− 1 полугодие 2026 гг.

Год	2020	2021	2022	2023	2024	2025	1 полугодие 2026
Добыча угля, млн т	220,7	243,1	223,6	214,2	198,4	190,7	93

Начиная с 2022 г. наблюдается тенденция к устойчивому снижению объемов добычи: с 223,6 млн тонн в 2022 г. до 190,7 млн тонн в 2025 г. За первое полугодие 2026 г. добыто 93 млн тонн, что отражает текущее положение угледобывающей отрасли региона.

В связи с накопительным эффектом, снижение уровня добычи и переработки угля пропорционально не уменьшает высокую антропогенную экологическую нагрузку на окружающую среду региона. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух являются основным фактором экологического неблагополучия Кузбасса. Основная доля выбросов вредных веществ приходится на взвешенные вещества, диоксиды азота и серы, бенз(а)пирен, оксид углерода. Наиболее значительный уровень загрязнения наблюдается в городских округах с высокой концентрацией промышленных предприятий: Новокузнецк, Кемерово, Прокопьевск, Белово. При этом существенный вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия угольной отрасли.

Угледобыча сопровождается большим выделением пыли и взвешенных частиц в атмосферу: от 40 до 50 % пыли образуется при ведении буровзрывных работ; 20–25 % при погрузке горной массы; 25–40 % – при транспортировке до склада. Пылевая взвесь способна переноситься за пределы границ ведения горных работ на значительные расстояния [1]. На рисунке 2 представлена погрузка угля в карьерный автосамосвал.



Рисунок 2 – Погрузка угля в карьерный автосамосвал

Наиболее неблагоприятные условия труда зафиксированы у водителей карьерной техники, осуществляющей добычу, погрузку и перемещение горной массы. Как показано в работе [1], «средняя концентрация пыли на рабочем месте водителя автосамосвала БелАЗ грузоподъемностью 30 тонн составляет 7,4 ±1,2 мг/м^3, данный показатель превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) на 5,4 ±1,2 мг/м^3; на рабочем месте водителя автосамосвала БелАЗ грузоподъемностью 200 тонн – 6,2±1,6 мг/м^3 (превышение ПДК на 4,2±1,6 мг/м^3). Запыленность рабочего места бульдозериста Т500 составляет около 5,8 ± 2,9 мг/м^3 (превышение ПДК на 3,8 ±2,9 мг/м^3)».

Содержание пыли в границах технологических дорог предприятий, осуществляющих открытые горные работы без использования специализированных средств пылеподавления может достигать 500 мг/м^3. Норматив предельно допустимой концентрации содержания пыли в воздухе рабочей зоны составляет 10 мг/м^3[1].

В таблице 2 приведен химический состав снеговых проб в городах Кемерово, Киселевск, Белово по состоянию на 2022–2025 гг. (по данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Западно – Сибирское УГМС»). Показатель удельной электрической проводимости (УЭП) применяется в качестве индикатора общей минерализации осадков (снега), характеризующего уровень техногенного воздействия.

Таблица 2 – Химический состав снеговых проб в городах Кемерово, Киселевск, Белово по состоянию на 2022–2025 гг.

Метеостанция (город)	Год	Концентрация примесей в снеге, мг/м^3				Данные измерения	
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na	K	pH	УЭП, См/см
Кемерово	2022	5,83	0,97	0,06	0,16	6,74	$2{,}64\cdot10^{-5}$
	2023	2,08	0,34	0,29	0,13	6,29	$6{,}29\cdot10^{-5}$
	2024	0,68	0,15	0,94	0,18	6,46	$1{,}35\cdot10^{-5}$
	2025	1,88	0,17	0,97	0,31	6,36	$23{,}1\cdot10^{-5}$
Киселевск	2022	13,47	1,33	0,10	0,23	7,16	$5{,}93\cdot10^{-5}$
	2023	10,22	0,93	1,47	0,41	6,28	$6{,}28\cdot10^{-5}$
	2024	2,88	0,36	0,23	0,16	6,89	$2{,}09\cdot10^{-5}$
	2025	3,43	0,44	0,32	0,13	6,93	$27{,}1\cdot10^{-5}$
Белово	2022	14,08	1,51	0,09	0,70	7,64	$7{,}09\cdot10^{-5}$
	2023	9,30	0,99	1,17	0,19	5,97	$5{,}92\cdot10^{-5}$
	2024	1,21	1,01	0,66	0,37	5,44	$6{,}48\cdot10^{-5}$
	2025	11,33	0,59	1,09	0,78	7,05	$58{,}2\cdot10^{-5}$

Из таблицы 2 видно, что наиболее высокие значения удельной электрической проводимости (УЭП) наблюдались в городах Белово и Кисе-

левск. Это указывает на существенное антропогенное воздействие на атмосферный воздух в вышеуказанных населенных пунктах. В Кемерово показатели УЭП стабильно повышенные. Это соответствует концентрации промышленных предприятий в черте данных населенных пунктов.

По данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Западно – Сибирское УГМС», в 2025 г. наиболее неблагоприятным населенным пунктом Кузбасса по состоянию атмосферы был признан Новокузнецк, в котором содержание бенз(а)пирена достигало 15,4 ПДК. В г. Кемерово уровень загрязнения оценивался как высокий (6,6 ПДК), в г. Прокопьевске — как повышенный (4,9 ПДК). Наблюдались превышения ПДК по взвешенным веществам (до 6,4 %) и диоксиду азота (до 2,9 %), что, в свою очередь, свидетельствует о сохранении стабильного техносферного воздействия на экологию региона. На рисунке 3 отражен уровень загрязнения атмосферного воздуха в городских округах Кемеровской области за 2021 –2025 гг.



Рисунок 3 – Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городских округах Кемеровской области за 2021 –2025 гг.

Данные рисунка 3 указывают на постоянный высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в крупнейших городских округах Кемеровской области на протяжении 2021–2025 гг. Значительный вклад в уровень загрязнения вносят угледобывающие и перерабатывающие предприятия, а также объекты теплоэнергетики.

В таблице 3 приведены данные среднегодовой концентрации основных загрязняющих веществ по Прокопьевскому городскому округу за период 2021-2025 гг. в долях ПДК (по данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Западно – Сибирское УГМС»).

Таблица 3– Среднегодовая концентрация основных загрязняющих веществ по Прокопьевскому городскому округу за период 2021-2025 гг. (в долях ПДК)

Год	Бенз(а)пирен	Взвешенные вещества	Диоксид азота	Оксид углерода	Оксид азота	Диоксид серы	Углерод (сажа)
2021	0,5	2,0	0,8	1,2	0,3	0,2	0,2
2022	1,3	2,2	1,0	0,2	0,4	0,3	-
2023	0,7	1,8	1,1	0,5	0,4	0,2	-
2024	2,2	1,3	0,8	0,7	0,2	0,2	-
2025	2,0	1,7	0,6	0,6	0,1	0,2	-

При анализе таблицы 3 можно отметить, что в Прокопьевском городском округе в период 2021–2025 гг. наиболее высокими остаются концентрации взвешенных веществ и бенз(а)пирена (с превышением до 2,2 ПДК).

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса, в 2025 г. в крупных городских округах Кемеровской области (Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск) было передано 26 прогнозов неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Режим НМУ регламентирует ограничение выбросов промышленных предприятий, что указывает на постоянство негативной техногенной нагрузки на окружающую среду региона.

Следовательно, выбросы от деятельности предприятий угольной отрасли, а также котельных и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), работающих на угле, во многом определяют состояние атмосферного воздуха в регионе. Уровень загрязнения в городах с высокой концентрацией вышеуказанных предприятий остается стабильно высоким.

Осуществление хозяйствующими субъектами региона мер, направленных на уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, обеспечит снижение экологического ущерба от производственной деятельности, наносимой экосистеме.

В настоящее время угледобывающие предприятия Кемеровской области осуществляют комплекс природоохранных мер, включающий использование газоочистных установок, систем пылеподавления и современных взрывчатых веществ при ведении горных работ.

Для уменьшения экологической нагрузки необходимо внедрение наилучших доступных технологий на предприятиях угольной промышленности и объектах энергетики, использующих в качестве топлива уголь. Наиболее эффективными направлениями являются:

- применение систем пылеподавления на угольных разрезах, шахтах и обогатительных фабриках;

- установка заграждающих экранов на границах санитарно-защитных зон предприятий, защищающие прилегающие территории от пылевого воздействия;
- внедрение бесконтактных методов взрывания с использованием электронных систем инициирования (ЭСИ);
- использование систем замкнутых циклов водоснабжения при обогащении угля;
- перевод карьерных автосамосвалов на газовое топливо и электрический привод;
- применение новых систем газоочистки (золоулавливающие установки);
- модернизация тепловых котельных и теплоэлектроцентралей путем внедрения высокоэффективных систем глубокой очистки (современных фильтров).

Таким образом, негативное техногенное воздействие на экологию Кузбасса остается на стабильно высоком уровне, который обуславливается загрязняющими выбросами предприятий угольной промышленности и объектов теплоэнергетики, работающих на угле. Наиболее неблагоприятная ситуация с загрязнением атмосферного воздуха в регионе складывается в Новокузнецком, Кемеровском и Прокопьевском городских округах. Для постоянного сокращения отрицательного экологического воздействия требуется последовательное применение на хозяйствующих субъектах наилучших доступных систем и технологий, позволяющих от локальных природоохранных мероприятий перейти к комплексному решению региональных проблем окружающей среды.

Список литературы

1. Альтмаер Е.Э, Комаров, Д.С., Мамаева М.С. Современное поливо-орошение на угольных разрезах Кузбасса // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте. Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2023. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово) − 2022. −С. 418−421. EDN: ISIVUI. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=67931603 (дата обращения: 11.09.2026).

2. Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Западно – Сибирское УГМС» : официальный сайт. – URL: meteo-kuzbass.ru (дата обращения: 11.09.2026).

3. Министерство угольной промышленности Кузбасса : официальный сайт. – URL: mupk42.ru. (дата обращения: 11.09.2026).