

DOI 10.24412/2949-4052-2026-1-108-119

УДК 504.03

СНИЖЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

© Кузнецов Александр Игоревич

© Ахметьянова Альбина Ильшатовна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,

г. Уфа, Российский Федерация

Аннотация. Анализ официальных данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан показал, что снижение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ обусловлено комплексом факторов, различающихся по территориям. В Астане ключевую роль сыграли масштабная газификация и закрытие угольных котельных; в Акмолинской области – модернизация коммунальной энергетики и сокращение сельхозсжиганий; в Карагандинской – уменьшение добычи угля и экологизация металлургии. В Кызылординской области снижение связано с падением нефтедобычи и уменьшением пылевых выбросов, в Абайской – с реструктуризацией промышленных предприятий. В Жетысу и Северо-Казахстанской областях важным фактором стала низкая угольная нагрузка, а в Костанайской и Павлодарской – модернизация котельных, нефтехимии и металлургии. В Туркестанской области положительный эффект обеспечили газификация и улучшение транспортной структуры. Полученные результаты подтверждают, что экологический баланс становится ключевым условием устойчивого природопользования и снижения техногенных рисков. Совокупность технологических, организационных и инфраструктурных мер, реализуемых в регионах Казахстана, формирует основу для дальнейшего экологического оздоровления и повышения качества окружающей среды. Проведенный анализ динамики атмосферных выбросов в Казахстане за 2020–2024 гг. выявил преимущественно положительные тенденции: основные виды загрязняющих веществ демонстрировали устойчивое снижение. Наиболее заметное уменьшение отмечено по окиси азота (-17,6%), окиси углерода (-11,1%), диоксиду серы (-9,5%) и неметановым летучим органическим соединениям (-9%). Вместе с тем зафиксирован рост выбросов углеводородов на 34%, что указывает на сохраняющиеся структурные дисбалансы в отдельных секторах экономики. В целом совокупный объем загрязняющих выбросов по стране сократился на 7%, что свидетельствует о постепенном переходе к более экологичным технологиям и снижению угольной зависимости.

Ключевые слова: антропогенное влияние, выбросы, загрязняющие вещества, причины выбросов, окись азота, окись углерода, диоксид серы, неметановые летучие соединения, органические соединения, размеры выбросов, Казахстан.

Для цитирования: Кузнецов А. И., Ахметьянова А. И. Снижение антропогенного влияния на экологическое равновесие в Республике Казахстан // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 1. С. 108-119. DOI 10.24412/2949-4052-2026-1-108-119

REDUCING ANTHROPOGENIC IMPACT ON ECOLOGICAL BALANCE IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

© Kuznetsov Alexander Igorevich

© Akhmetyanova Albina Ilshatovna

Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation

Abstract. An analysis of official data from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan showed that the reduction in air pollutant emissions is due to a combination of factors that vary across regions. In Astana, large-scale gasification and the closure of coal-fired boiler houses played a key role; in Akmola Oblast, it was the modernization of municipal energy and the reduction of agricultural combustion; in Karaganda Oblast, it was a decrease in coal production and the greening of the metallurgy industry. In Kyzylorda Oblast, the decrease is associated with a decline in oil production and a decrease in dust emissions, while in Abay Oblast, it is due to the restructuring of industrial enterprises. In Zhetysu and North Kazakhstan Oblasts, a low coal load was an important factor, while in Kostanay and Pavlodar Oblasts, it was the modernization of boiler houses, the petrochemical industry, and metallurgy. In Turkestan Oblast, a positive effect was ensured by gasification and improved transport infrastructure. The obtained results confirm that the ecological balance is becoming a key condition for sustainable nature management and the reduction of man-made risks. The combination of technological, organizational, and infrastructural measures implemented in Kazakhstan's regions forms the basis for further environmental improvement and environmental quality. An analysis of atmospheric emissions dynamics in Kazakhstan for 2020–2024 revealed predominantly positive trends: the main types of pollutants demonstrated a steady decline. The most significant decreases were observed for nitrogen oxide (–17.6%), carbon monoxide (–11.1%), sulfur dioxide (–9.5%), and non-methane volatile organic compounds (–9%). At the same time, hydrocarbon emissions increased by 34%, indicating persistent structural imbalances in certain sectors of the economy. Overall, total pollutant emissions nationwide decreased by 7%, indicating a gradual transition to more environmentally friendly technologies and a reduction in dependence on coal.

Keywords: anthropogenic influence, emissions, pollutants, causes of emissions, nitrogen oxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, non-methane volatile compounds, organic compounds, emission sizes, Kazakhstan.

Введение. Экологическое равновесие в последние годы приобретает все большее значение для формирования устойчивых социально-экономических систем, минимизации антропогенных рисков, обеспечения долгосрочной экологической безопасности государства, обеспечения национальной безопасности и сохранения качества жизни населения. Вопросы сохранения окружающей среды и снижения антропогенного влияния человека на природу исследуются в работах российских ученых и исследователей: Ахметьяновой А.И. и Кузнецова А.И. [1-3, 9, 15], Валько Д.В. [4], Воронина Б.А.[5], Гребенкина А.В.[6], Гурьевой М.А.[6], Кузнецовой А.Р.[10], Кузнецовой Н.А.[11], Козловой О.А.[12], Луговской А.Ю.[13] и многих других авторов [14, 15]. Авторы исследуют широкий спектр вопросов, связанных с экологической политикой, устойчивым природопользованием, переходом к низкоуглеродной и

циркулярной модели экономики. При этом авторы исследуют вопросы инвестиций в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, их структуру, динамику, влияние на экологическую ситуацию. Отдельные исследования фокусируются на формировании углеродоемкости экономики, оценке экологических рисков и возможных путях их минимизации, а также на динамике выбросов парниковых газов в России и факторах, влияющих на их изменение. Вопросы обращения с отходами и развитие циркулярной экономики приобретает в последние годы все более актуальное значение, выявление экологических угроз и пути оздоровления природных систем имеют стратегически важное значение.

Цель исследования заключается в изучении тенденций выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в регионах Республики Казахстан за период с 2020 по 2024 гг.

Материалы и методы. В исследовании использованы официальные данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

Результаты исследования. Согласно официальным данным статистики Казахстана, размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу уменьшилось на 7%: с 2441 до 2271,4 тыс.тонн (рисунок 1).

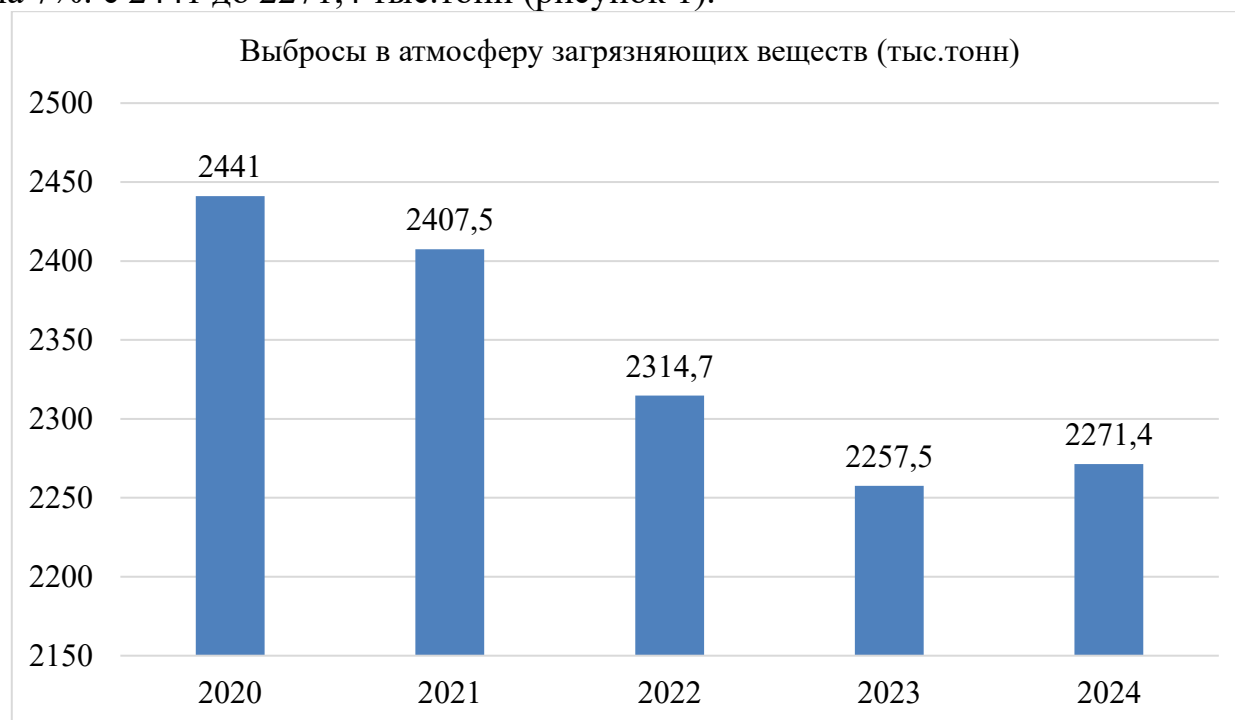


Рисунок 1 – Размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Республике Казахстан [16]

Рассмотрим размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Республике Казахстан (таблица 1).

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ по регионам
Республики Казахстан (тыс.тонн) [16]

Регионы	2020	2021	2022	2023	2024	2024 г. в % к 2020 г.
Республика Казахстан	2441,0	2407,5	2314,7	2257,5	2271,4	93,1
Павлодарская	723,0	736,1	724,2	694,2	687,8	95,1
Карагандинская	519,0	488,0	469,0	455,0	445,3	85,8
Атырауская	153,9	160,3	132,1	140,1	152,8	99,3
Актюбинская	135,1	137,4	136,5	112,1	126,0	93,3
Костанайская	123,4	137,9	121,4	118,3	111,6	90,4
Мангистауская	72,5	75,2	78,7	86,2	105,5	145,5
Улытау	108,7	81,7	105,1	103,1	97,7	89,9
Восточно-Казахстанская	86,5	87,2	83,3	80,9	80,9	93,5
Акмолинская	77,2	77,3	69,5	69,8	68,4	88,6
Северо-Казахстанская	76,0	61,2	52,7	58,9	59,5	78,3
Жамбыльская	55,0	55,8	52,9	51,2	50,9	92,5
г.Астана	62,4	62,2	57,7	46,4	49,1	78,7
г.Алматы	44,5	40,8	41,4	44,0	43,3	97,3
Абай	40,7	40,9	39,0	38,5	36,8	90,4
Западно-Казахстанская	30,8	26,0	25,8	34,4	31,2	101,3
Алматинская	26,3	30,3	28,8	28,4	29,6	112,5
г.Шымкент	29,6	33,2	34,9	29,3	28,3	95,6
Туркестанская	28,1	29,0	25,2	26,7	26,3	93,6
Кызылординская	28,3	29,2	23,4	25,3	24,9	88,0
Жетису	19,9	17,7	13,1	14,8	15,4	77,4

Наибольшее количество выбросов в 2024 г. отмечалось в Павлодарской области Республики Казахстан (687,8 тыс.тонн), в Карагандинской области (445,3 тыс.тонн), в Атырауской области (152,8 тыс.тонн), Актюбинской области (126 тыс.тонн), Костанайской области (111,6 тыс.тонн), Мангистауской области (105,5 тыс.тонн), Улытау (97,37 тыс.тонн), Восточно-Казахстанской области (80,9 тыс.тонн), Акмолинской области (68,4 тыс.тонн), Северо-Казахстанской области (59,5 тыс.тонн), Жамбыльской области (50,9 тыс.тонн), в г. Астане (49,1 тыс.тонн), в г. Алматы (43,3 тыс.тонн), Абай (36,8 тыс.тонн), Западно-Казахстанской (31,2 тыс.тонн), Алматинской (29,6 тыс.тонн), г. Шымкент (28,3 тыс.тонн), Туркестанской области (26,3 тыс.тонн), Кызылординской области (24,9 тыс.тонн), Жетису (15,4 тыс.тонн).

За последние пять лет рост размеров выбросов загрязняющих веществ отмечался в Мангистауской, Западно-Казахстанской и Алматинской областях Казахстана. Основными причинами роста выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Алматинской области являются: рост выбросов на фоне урбанизации и транспортной нагрузки, стремительный рост автотранспорта, особенно в агломерации Алматы. Основной вклад в увеличение объемов

выбросов дают старые автомобили с низким экологическим классом, дизельный транспорт, грузовые перевозки. Инверсионные погодные условия и рельеф, препятствующие рассеиванию загрязняющих веществ; горная «чаша» усиливает накопление смога. Кроме того, одной из причин является рост строительной активности, в том числе выбросов цементных заводов, асфальтобетонных производств, пылевых выбросов стройплощадок. Увеличение потребления тепловой энергии в частном секторе и на предприятиях, включая использование угля в отопительный сезон также являются причинами выбросов загрязняющих веществ. Рост численности населения и расширение пригородов, увеличивает нагрузку на транспорт, энергетику и коммунальные системы. Наиболее типичными загрязнителями являются: оксиды азота и углерода; взвешенные частицы PM_{2.5} и PM₁₀; диоксид серы; бензапирен.

В Западно-Казахстанской области рост размеров выбросов загрязняющих веществ происходит за счет влияния нефтегазового комплекса и факельного сжигания, в т.ч. интенсивной добычи нефти и газа, включая месторождения Карачаганак и другие крупные объекты; роста нефтедобычи и, как следствие, - рост технологических выбросов. Кроме того, значимый вклад в рост объемов выбросов вносят: факельное сжигание попутного газа, особенно при аварийных и пуско-наладочных операциях, утечка углеводородов при транспортировке, хранении и подготовке сырья; рост промышленной активности в нефтесервисном секторе; увеличение объемов буровых работ, сопровождающихся выбросами бурового шлама, газов и аэрозолей. Все это происходит наряду со старением инфраструктуры, учащающимися аварийными выбросами, сопровождаясь с неэффективной очисткой. Наиболее типичными загрязнителями в Западно-Казахстанской области являются: углеводороды (метан, пропан, бутан); сероводород; оксиды азота; сажа и продукты неполного сгорания.

В Мангистауской области рост размеров выбросов загрязняющих веществ происходит за счет высокой техногенной нагрузки нефтедобычи и энергетики, а также природных факторов. В этом районе сконцентрировано большое число нефтедобывающих предприятий (Жетыбай, Каламкас, Каражанбас и др.). Рост добычи приводит к росту выбросов от насосных станций, факельных установок, технологических процессов. При этом факельное сжигание газа и испарения нефти при хранении и транспортировке, работа Мангистауской атомной энергетической станции (МАЭК) и других энергетических объектов, использующих газ и мазут, наличие пылевых выбросов из-за засушливого климата и деградации почв, а также ветра, который переносит пыль с промышленных площадок и пустынных территорий. Увеличение числа автотранспорта и грузоперевозок, связанных с нефтесервисом и портом Актау, недостаточная эффективность очистных сооружений на ряде промышленных объектов, - также являются частыми причинами роста размеров выбросов загрязняющих веществ. Наиболее типичными загрязнителями в Мангистауской

области являются: оксиды азота и серы; углеводороды; пыль и мелкодисперсные частицы; продукты сгорания мазута.

В некоторых регионах Казахстана ввиду снижения промышленной активности размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу имели тенденцию к снижению. Этому способствовали: снижение объемов производства на отдельных предприятиях (из-за ремонтов, модернизации, консервации производственных мощностей); сокращение добычи угля и руды (Карагандинская, Костанайская области); уменьшение объемов нефтедобычи (Кызылординская область); снижение строительной активности в отдельных периодах.

Экономический спад или стагнация в отдельных секторах автоматически уменьшает технологические выбросы. Кроме того, во многих областях Казахстана активно внедряются природоохранные технологии, происходит модернизация предприятий, котельных, ТЭЦ, металлургических и перерабатывающих предприятий; реализуется установка новых газоочистных фильтров, циклонов, электрофильтров; происходит переход на газ вместо угля в коммунальном секторе. Особенно заметно это в г. Астане (за счет активного перевода котельных на газ); в Акмолинской области (за счет модернизации теплоисточников); в Павлодарской области (за счет экологизации отдельных производств Павлодарского нефтехимического комплекса) (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ причин выбросов в Алматинской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областях Казахстана

Регионы	Основные источники роста выбросов	Особенности
Алматинская область	Транспорт, строительство, отопление	Неблагоприятный рельеф, высокая плотность населения
Западно-Казахстанская область	Нефтегазовая добыча, факельное сжигание	Крупные месторождения, высокая доля технологических выбросов
Мангистауская область	Нефтедобыча, энергетика, пылевые выбросы	Засушливый климат, портовая логистика, ветровая эрозия

Рост размеров выбросов в Мангистауской, Западно-Казахстанской и Алматинской областях Казахстана обусловлен сочетанием интенсивной промышленной деятельности, ростом транспортной нагрузки, климатических особенностей и необходимостью экологической модернизации производств. При этом характер загрязнения в каждом регионе имеет свою специфику: Алматы – транспорт и урбанизация; Западный Казахстан – нефтегаз, Мангистау –

сочетание ряда факторов: нефтедобычи, энергетики и природной запыленности территории.

Развитие газификации и снижение угольной нагрузки является одним из ключевых факторов снижения выбросов в центральных и северных регионах. Это особенно заметно в г. Астане, где наблюдается массовый переход на газ частного сектора и котельных; в Акмолинской области – за счет газификации пригородов столицы; в Карагандинской области – за счет частичной замены угольных котельных; в Северо-Казахстанской области – за счет снижения использования угля в коммунальном секторе. В целом важно отметить, что газ снижает выбросы SO_2 , NO_x , CO , а также твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Важно отметить, что в последние годы Казахстан усилил экологические требования к предприятиям, контроль за факельным сжиганием, за превышение нормативов назначаются штрафы, повышаются требования к экологической отчетности. Следствием таких мер явилось снижение аварийных выбросов, уменьшение несанкционированного сжигания отходов, сокращение выбросов при буровых и ремонтных работах. Особенно это заметно в Абайской области (сформированы новые требования после выделения региона); в Павлодарской области (наблюдается усиление контроля за крупными предприятиями); в Карагандинской области (где развиты металлургия и угольная промышленность).

Снижение выбросов от транспорта наблюдается в ряде регионов за счет обновления автопарка, роста доли газомоторного транспорта, развития общественного транспорта, а также за счет снижения интенсивности движения в отдельных периодах. Особенно это заметно в г. Астане, Акмолинской области и Туркестанской области (за счет развития газового транспорта).

В некоторых регионах снижение выбросов связано с благоприятными погодными условиями (лучшее рассеивание загрязнений); уменьшением пылевых бурь (Кызылординская область); а также со снижением ветровой эрозии (Северо-Казахстанская область). В целом указанные мероприятия благоприятно влияют на показатели по пыли и взвешенным частицам.

Оценка происходящих тенденций по выбросам основных загрязняющих веществ показывает устойчивую нисходящую тенденцию по основным загрязняющим веществам (рисунок 2).

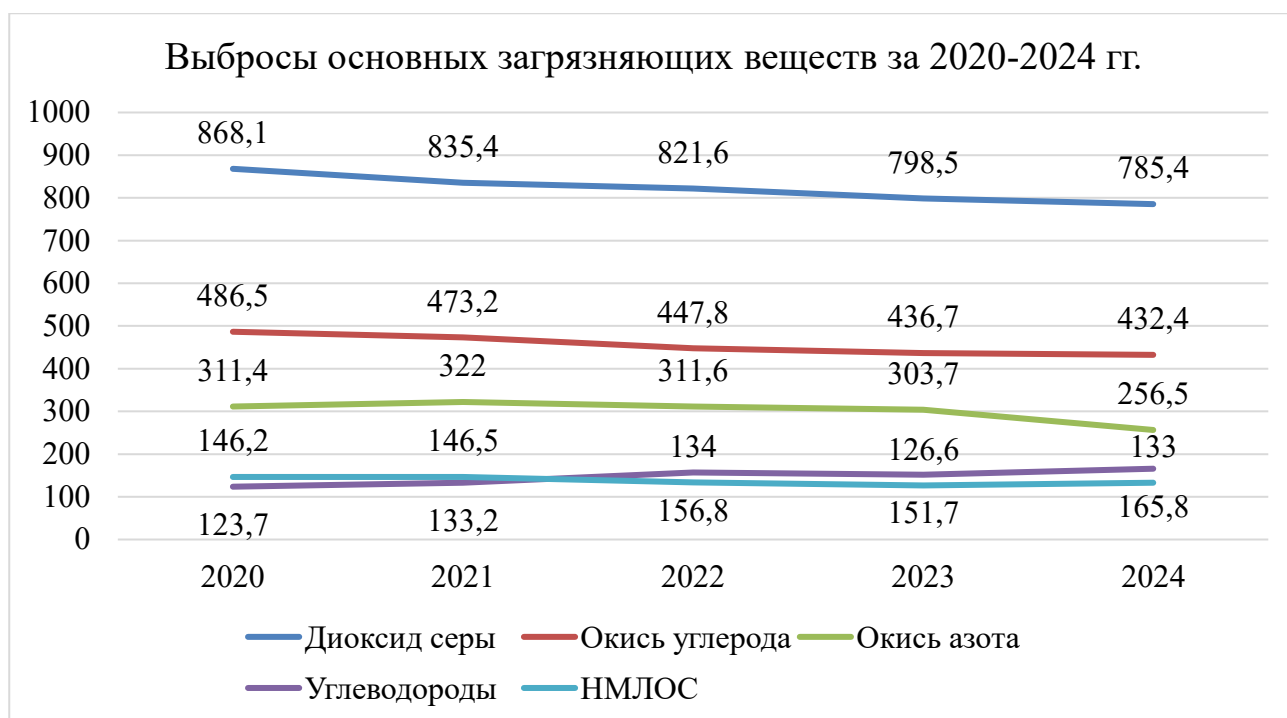


Рисунок 2 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в Республике Казахстан [16]

Положительно то, что основные виды загрязняющих веществ в Казахстане имели тенденцию к уменьшению: по окиси азота – на 17,6%, по окиси углерода – на 11,1%, по диоксиду серы – на 9,5%, по неметановым летучим органическим соединениям (НМЛОС) – на 9%. Рост размеров выбросов загрязняющих веществ в Казахстане отмечался по углеводородам – на 34%.

Выводы. Проведенный нами анализ данных официальной статистики Казахстана показал, что размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период с 2020 по 2024 гг. уменьшилось на 7%. В Астане это произошло, в первую очередь, за счет масштабной газификации, закрытия угольных котельных, снижения выбросов от транспорта. В Акмолинской области – за счет модернизации коммунальной энергетики; снижения выбросов от сельхозсжиганий. В Карагандинской области – за счет снижения объемов добычи угля; модернизации металлургических предприятий. В Кызылординской области – за счет снижения нефтедобычи; уменьшения пылевых выбросов. В Абайской области – за счет снижения выбросов от ТЭЦ и промышленных объектов после реструктуризации. В Жетысу – за счет низкой промышленной нагрузки; экологизации сельхозпредприятий. В Костанайской области – за счет снижения объемов добычи руды; модернизации котельных. В Павлодарской области – за счет модернизации нефтехимии; снижения выбросов от алюминиевого производства. В Северо-Казахстанской области – за счет снижения угольной нагрузки; уменьшения пылевых выбросов. В Туркестанской

области – так же за счет газификации, снижения выбросов от транспорта и коммунального сектора.

Снижение выбросов в перечисленных регионах Казахстана обусловлено сочетанием таких факторов, как: модернизация промышленности, газификация, снижение объемов добычи и производства, усиление экологического контроля, улучшение транспортной структуры, природно-климатические условия. Безусловно, каждый регион имеет свою экологическую специфику, но общей тенденцией является переход к более экологичным технологиям и уменьшение угольной зависимости.

Экологический баланс в последние годы приобретает все большее значение для обеспечения устойчивого природопользования, снижения экологических рисков и предотвращения негативных последствий техногенной нагрузки на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахметьянова, А. И. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды в Республике Башкортостан / А. И. Ахметьянова, А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2024. – № 3(36). – С. 77-89. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-3-77-89. – EDN DVGRUS.
2. Ахметьянова, А. И. Тенденции в области охраны окружающей среды в Республике Татарстан / А. И. Ахметьянова, А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2024. – № 2(35). – С. 75-93. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-2-75-93. – EDN DJUDQF.
3. Ахметьянова, А. И. Тенденции формирования углеродоемкости: оценка экологических рисков и пути минимизации / А. И. Ахметьянова, А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2025. – № 3(40). – С. 71-82. – DOI 10.24412/2949-4052-2025-3-71-82. – EDN HСJUVV.
4. Валько, Д. В. Циркулярная экономика: теоретическая модель и эффекты реализации / Д. В. Валько // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14, № 8(365). – С. 1415-1429. – DOI 10.24891/ni.14.8.1415. – EDN XUZLXF.
5. Воронин, Б. А. Эколого-экономические аспекты использования в аграрном производстве отходов животноводства / Б. А. Воронин, Я. В. Воронина // Аграрное и земельное право. – 2023. – № 7(223). – С. 43-45. – DOI 10.47643/1815-1329_2023_7_43. – EDN YEIXSG.
6. Гребенкин, А. В. Теоретические и прикладные аспекты концепции циркулярной экономики / А. В. Гребенкин, Е. О. Вегнер-Козлова // Журнал экономической теории. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 399-411. – DOI 10.31063/2073-6517/2020.17-2.13. – EDN EABVTF.
7. Гурьева, М. А. Циркулярная экономика как инновационная модель развития социально-экономического пространства / М. А. Гурьева // Вопросы

- инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 1295-1316. – DOI 10.18334/vines.9.4.41236. – EDN XTLIJZ.
8. Гурьева, М. А. Практика реализации модели циркулярной экономики / М. А. Гурьева, В. В. Бутко // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 2367-2384. – DOI 10.18334/eo.9.4.40991. – EDN AUNUIK.
 9. Кузнецов, А. И. Формирование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности в Российской Федерации и их Утилизация / А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2023. – № 32. – С. 82-97. – DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97. – EDN RPVNVO.
 10. Кузнецова, А. Р. Тенденции выбросов парниковых газов в Российской Федерации / А. Р. Кузнецова, А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2024. – № 1(34). – С. 104-132. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-104-132. – EDN EICLYV.
 11. Кузнецова, Н. А. Концептуальный подход к реализации организационно-экономического механизма использования отходов отрасли растениеводства / Н. А. Кузнецова // Продовольственная политика и безопасность. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 1097-1112. – DOI 10.18334/ppib.12.4.124233. – EDN IVYKGE.
 12. Козлова, О. А. Повышение эффективности использования отходов отрасли растениеводства / О. А. Козлова, Н. А. Кузнецова. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2025. – 199 с. – ISBN 978-5-907872-91-2. – EDN PXMWHG.
 13. Луговская, А. Ю. Экологическая обстановка Алматинской области Республики Казахстан / А. Ю. Луговская, Е. А. Майманова, Л. Ю. Анопченко // Естественные и технические науки. – 2025. – № 10(209). – С. 77-79. – DOI 10.25633/ETN.2025.10.09. – EDN NEYDPD.
 14. Тенденции экологического оздоровления и сохранения биоразнообразия в Российской Федерации / А. И. Ахметьянова, А. И. Кузнецов, О. К. Кудряшова, И. В. Дегтярева // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2025. – № 4(41). – С. 74-84. – DOI 10.24412/2949-4052-2025-4-74-84. – EDN HNXECH.
 15. Экологическая безопасность и устойчивое природопользование / А. И. Кузнецов, А. И. Ахметьянова, И. В. Дегтярева, О. К. Кудряшова // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2025. – № 4(41). – С. 85-94. – DOI 10.24412/2949-4052-2025-4-85-94. – EDN MQNUAZ.
 16. Официальный сайт Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.ru>.

REFERENCES

1. Akhmetyanova, A. I. Investments in fixed capital aimed at environmental protection in the Republic of Bashkortostan / A. I. Akhmetyanova, A. I. Kuznetsov

- // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2024. - No. 3 (36). - P. 77-89. - DOI 10.24412/2949-4052-2024-3-77-89. - EDN DVGRUS.
2. Akhmetyanova, A. I. Trends in environmental protection in the Republic of Tatarstan / A. I. Akhmetyanova, A. I. Kuznetsov // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2024. - No. 2 (35). - P. 75-93. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-2-75-93. – EDN DJUDQF.
 3. Akhmetyanova, A. I. Trends in the Formation of Carbon Intensity: Assessment of Environmental Risks and Ways to Minimize / A. I. Akhmetyanova, A. I. Kuznetsov // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. – 2025. – No. 3 (40). – P. 71-82. – DOI 10.24412/2949-4052-2025-3-71-82. – EDN HCJUUV.
 4. Valko, D. V. Circular Economy: Theoretical Model and Implementation Effects / D. V. Valko // National Interests: Priorities and Security. – 2018. – Vol. 14, No. 8(365). – P. 1415-1429. – DOI 10.24891/ni.14.8.1415. – EDN XUZLXF.
 5. Voronin, B. A. Ecological and economic aspects of the use of livestock waste in agricultural production / B. A. Voronin, Ya. V. Voronina // Agrarian and land law. – 2023. – No. 7(223). – P. 43-45. – DOI 10.47643/1815-1329_2023_7_43. – EDN YEIXSG.
 6. Grebenkin, A. V. Theoretical and Applied Aspects of the Circular Economy Concept / A. V. Grebenkin, E. O. Wegner-Kozlova // Journal of Economic Theory. - 2020. - Vol. 17, No. 2. - Pp. 399-411. - DOI 10.31063/2073-6517/2020.17-2.13. - EDN EABBTF.
 7. Guryeva, M. A. Circular Economy as an Innovative Model for the Development of Socio-Economic Space / M. A. Guryeva // Issues of Innovative Economics. - 2019. - Vol. 9, No. 4. - Pp. 1295-1316. - DOI 10.18334/vinec.9.4.41236. - EDN XTLIJZ.
 8. Guryeva, M. A. Practice of Implementing the Circular Economy Model / M. A. Guryeva, V. V. Butko // Economic Relations. - 2019. - Vol. 9, No. 4. - Pp. 2367-2384. - DOI 10.18334/eo.9.4.40991. - EDN AUHUIK.
 9. Kuznetsov, A. I. Formation of Production and Consumption Waste by Type of Economic Activity in the Russian Federation and Their Disposal / A. I. Kuznetsov // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2023. - No. 32. - Pp. 82-97. - DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97. - EDN RPVNVO.
 10. Kuznetsova, A. R. Greenhouse Gas Emission Trends in the Russian Federation / A. R. Kuznetsova, A. I. Kuznetsov // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2024. - No. 1 (34). - P. 104-132. - DOI 10.24412 / 2949-4052-2024-1-104-132. - EDN EICLYV.
 11. Kuznetsova, N. A. Conceptual Approach to the Implementation of the Organizational and Economic Mechanism for the Use of Waste in the Crop Production Sector / N. A. Kuznetsova // Food Policy and Security. - 2025. - Vol. 12, No. 4. - P. 1097-1112. - DOI 10.18334/ppib.12.4.124233. – EDN IVYKGE.

12. Kozlova, O. A. Increasing the efficiency of using waste in the crop production industry / O. A. Kozlova, N. A. Kuznetsova. – Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2025. – 199 p. – ISBN 978-5-907872-91-2. – EDN PXMWHG.
13. Lugovskaya, A. Yu. Environmental situation in the Almaty region of the Republic of Kazakhstan / A. Yu. Lugovskaya, E. A. Maimanova, L. Yu. Anopchenko // Natural and technical sciences. – 2025. – No. 10 (209). – P. 77-79. – DOI 10.25633/ETN.2025.10.09. – EDN NEYDPD.
14. Trends in environmental improvement and biodiversity conservation in the Russian Federation / A. I. Akhmetyanova, A. I. Kuznetsov, O. K. Kudryashova, I. V. Degtyareva // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2025. - No. 4 (41). - P. 74-84. - DOI 10.24412/2949-4052-2025-4-74-84. - EDN HNXECH.
15. Environmental safety and sustainable nature management / A. I. Kuznetsov, A. I. Akhmetyanova, I. V. Degtyareva, O. K. Kudryashova // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. - 2025. - No. 4 (41). – P. 85-94. – DOI 10.24412/2949-4052-2025-4-85-94. – EDN MQNUAZ.
16. Official website of the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan <https://stat.gov.ru>.

Сведения об авторах:

Кузнецов Александр Игоревич, студент, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». 450076, Российская Федерация г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: aleksander2055@mail.ru.

Ахметьянова Альбина Ильшатовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического и компьютерного моделирования ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». 450076, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. ORCID ID: 0000-0002-5739-769X. E-mail: ai-albina@mail.ru.

Author's personal details:

Kuznetsov Aleksandr Igorevich, Student, Ufa University of Science and Technology. 450076, Russian Federation, Ufa, Zaki Validi Street, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: aleksander2055@mail.ru.

Akhmetyanova Albina Ilshatovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology". 450076, Russian Federation, Ufa, Zaki Validi St., 32. ORCID ID: 0000-0002-5739-769X. E-mail: ai-albina@mail.ru.

© Кузнецов А.И., Ахметьянова А.И.