



Научная статья

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

Виталий Г. Сальников¹  д.г.н., Тамара Л. Тажибаева¹  к.б.н., Светлана Е. Полякова^{1*}  к.г.н.,
Зуфар Р. Токпаев^{1,2} , Гульнур Т. Мусралинова¹ , Ирина А. Миськив³ 

¹ НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Алматы, Казахстан; vitali.salnikov@kaznu.edu.kz (ВГС),

tazhiba@list.ru (ТЛТ), svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz (СЕР), zufartokpayev@gmail.com (ЗРТ), gulnur.musralynova@kaznu.edu.kz (ГТМ)

² АО «Жасыл Даму», Астана, Казахстан; zufartokpayev@gmail.com (ЗРТ)

³ АО «Национальные информационные технологии», Астана, Казахстан; iro4ka_26_@mail.ru (ИАМ)

Автор корреспонденции: Светлана Е. Полякова, svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

инвентаризация
источники загрязнения
атмосферный воздух
загрязняющие вещества
Западно-Казахстанский
регион

АБСТРАКТ

Для эффективного управления качеством атмосферного воздуха необходима полная инвентаризация источников загрязнения. В статье рассмотрена динамика выбросов загрязняющих веществ по 4 областям Западно-Казахстанского региона за 2018...2022 гг. от стационарных и передвижных источников, а также от автономных источников тепла. Отмечается тенденция на понижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, за исключением Мангистауской области. В разрезе областей проведена инвентаризация источников загрязнения I категории, наносящих наибольший вред окружающей среде. Наиболее крупные предприятия, с количеством источников более 1000, расположены в Атырауской и Мангистауской областях. Спектр деятельности предприятий сфокусирован в основном на нефтегазодобывающем комплексе, а также сельскохозяйственном производстве, строительстве и некоторых других сферах деятельности. Наибольшая плотность размещения предприятий отмечается в Мангистауской области, а наименьшая – в Западно-Казахстанской. Приведена динамика основных загрязняющих веществ, поступивших от предприятий в атмосферный воздух: сернистого ангидрида, окиси углерода, оксида и диоксида азота, метана, углерода (сажа), сероводорода, углеводородов предельных C12...C19, толуола, бензола, ксилола, формальдегида. Показано, что использование газового отопления и автономных источников тепла стало популярной альтернативой применению угля в регионе, уровень газификации которого составляет 98,2 %. Передвижные источники загрязнения представлены легковым, грузовым транспортом и автобусами, основными видами топлива которых является бензин, газ или дизельное топливо. На долю легковых автомобилей приходится 78 % от общего числа транспортных средств. Оксид углерода, неметановые летучие органические соединения и оксиды азота являются наиболее вредными загрязняющими веществами, выбрасываемые дорожным транспортом. Для разработки целевых мероприятий по снижению загрязнения целесообразно использовать информацию о структуре и объемах выбросов от каждого типа источников.

По статье:

Получено: 21.09.2024

Пересмотрено: 28.02.2025

Принято: 29.03.2025

Опубликовано: 01.04.2025

1. ВВЕДЕНИЕ

Атмосферный воздух, жизненно важный компонент природной среды, в соответствии с экологическим законодательством Республики Казахстан подлежит охране от загрязнения. Под загрязнением атмосферного воздуха понимается наличие в атмосферном воздухе загрязняющих веществ в концентрациях или физических воздействий на уровнях, превышающих установленные государством экологические нормативы качества атмосферного воздуха, оказывающее негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем. Источниками загрязнения атмосферного воздуха признаются поступления загрязняющих веществ, физических воздействий в атмосферный воздух в результате антропогенных и природных (естественных) факторов, а

Для цитирования:

Сальников В., Тажибаева Т., Полякова С., Токпаев З., Мусралинова Г., Мисъкив И. Инвентаризация источников загрязнения атмосферного воздуха западно-Казахстанского региона // Гидрометеорология и экология, 116 (1), 2025, 59-76.

также образование загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в результате происходящих в нем химических, физических и биологических процессов.

Естественное загрязнение воздуха вызвано вулканической деятельностью, выветриванием горных пород, ветровой эрозией, массовым цветением растений, дымом от лесных и степных пожаров. Антропогенное загрязнение связано с выбросами различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека, например, промышленные предприятия, теплоэлектростанции, теплоэлектроцентрали, автономные источники тепла и др. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха [1].

В зависимости от масштабов распространения, т.е. по степени воздействия на окружающую среду, выделяют различные типы загрязнения атмосферы: местное, региональное и глобальное.

В одном из последних исследований иранских ученых представлена инновационная методология анализа концентраций различных загрязнителей воздуха путем категоризации и кластеризации крупных промышленных предприятий, что предлагает уникальный взгляд на сложное явление загрязнения воздуха в контексте промышленной деятельности [2].

Под выбросом загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух понимается поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выброса [3]. Промышленное предприятие или любой другой объект, от которого выбросы попадают в окружающую среду, является источником загрязнения. Источниками выбросов являются и дымовые трубы заводов и котельных, и технологические установки и дефлекторы, тепловозы и самолеты, транспортные потоки автодорог.

Существуют разные подходы к классификации источников выбросов загрязняющих веществ [4...8], которые делятся по признакам: происхождению – производственные, бытовые, транспортные; отраслям производственной деятельности – энергетика, промышленность, транспорт, строительство, сельское хозяйство, лесное хозяйство, легкая промышленность, включая пищевую; организации выбросов – организованные, неорганизованные; степени подвижности – стационарные, передвижные; геометрическим параметрам – точечные, площадные, линейные; агрегатному состоянию – газообразные, жидкие, твердые; высоте выбросов – высокие, средней высоты, низкие, наземные; мощности выброса – мощные, крупные, мелкие [9].

Согласно статье 10 Экологического кодекса Республики Казахстан [3] основным антропогенным фактором, оказывающим воздействие на окружающую среду, являются эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников.

Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ – это определение перечня выбрасываемых на объекте производства веществ, их источников, оборудования, от которого выделяются данные вещества, их количества в секунду и в год, а также параметры выброса газовой смеси [10].

Инвентаризацию необходимо регулярно проводить для того, чтобы иметь актуальные данные для осуществления полной оценки влияния на атмосферный воздух загрязняющих веществ. Исходя из этих данных впоследствии устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов парниковых газов в атмосферный воздух (как в целом по предприятию, так и по отдельным их источникам) и осуществляется их государственный учет. Кроме того, инвентаризация помогает определить характеристики (как количественные, так и качественные) загрязняющих веществ, правильно оценивать эффективность использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов, планировать охранные мероприятия по защите атмосферного воздуха.

Инвентаризация источников загрязнения атмосферного воздуха является актуальной для Западного-Казахстанского региона, т.к. здесь сосредоточено значительное количество нефтедобывающих предприятий и других отраслей промышленного производства, строительной индустрии, сельскохозяйственного сектора экономики. В связи с этим предметом исследования является изучение качества атмосферного воздуха, а объектом –

источники загрязнения атмосферного воздуха Актюбинской, Атырауской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областей Западно-Казахстанского региона.

Цель данного исследования – проведение инвентаризации источников загрязнения атмосферного воздуха Западно-Казахстанского региона (ЗКР).

Для реализации цели, необходимо решить ряд задач: провести анализ загрязнения атмосферного воздуха ЗКР; определить объекты ЗКР, загрязняющие атмосферный воздух; показать динамику выбросов в атмосферу ЗКР основных загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, включая автономные источники тепла (АИТ).

Данное исследование перспективно с точки зрения разработки мероприятий по низкоуглеродному развитию региона.

Низкоуглеродное развитие является необходимым условием устойчивого развития и нацелено на предотвращение катастрофических последствий глобального изменения климата [11], одновременно существенно улучшая качество воздуха. Традиционные методы производства энергии и промышленные процессы, основанные на сжигании ископаемого топлива, являются основными источниками выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ, таких как диоксид углерода, оксиды азота и серы и мелкие частицы (PM_{2.5} и PM₁₀). Снижение выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ за счет использования возобновляемых источников энергии и внедрения энергоэффективных технологий способствует не только стабилизации климата, но и уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Этот двойной эффект позволяет улучшить здоровье населения и состояние экосистем, что является важным шагом на пути к устойчивому развитию.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ответственным государственным органом по формированию данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух является Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (БНС АСПИР РК). Информация формируется по итогам общегосударственного статистического наблюдения по форме 2-ТП воздух (годовая) – специализированный статистический отчет, в котором отражаются сведения о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Бюро национальной статистики, 2024). Динамика выбросов загрязняющих веществ в Республике Казахстан и по областям Западно-Казахстанского региона рассматривалась за период с 2018 по 2022 гг. [12]. Показатели оценивались в соответствии с «Методикой формирования показателей статистики окружающей среды», утвержденной Приказом и.о. председателя Комитета по статистике МНЭ РК №223 от 25 декабря 2015 года [13].

Казахстан на ежегодной основе с 2000 г. отчитывается по выбросам загрязняющих веществ в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [14]. Техническое руководство по подготовке национальных кадастров выбросов ЕМЕР/ЕЕА [15] содержит описание подходов к сбору данных, коэффициенты выбросов и сам порядок расчета выбросов загрязняющих веществ. Методы основаны на массовом расходе топлива либо на других количественных характеристиках на национальном уровне и охватывают такие сектора экономики: энергетика, промышленные процессы и использование продуктов, сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования, отходы, т.е. соответствуют секторам, принятым в рамках отчетности по парниковым газам по Парижскому соглашению.

Для выполнения расчетов выбросов загрязняющих веществ при сжигании природного газа от автономных источников тепла использовалась следующая формула:

$$E = V \times EF, \quad (1)$$

где E – общие выбросы загрязняющего вещества (г), V – объем сожженного природного газа (м³), EF – коэффициент эмиссии для конкретного вещества (г/м³).

Коэффициенты эмиссий для некоторых загрязняющих веществ при сжигании природного газа взяты из Руководства ЕМЕР/ЕЕА по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [15].

Основным источником информации для расчета эмиссий от транспорта послужили статистические сборники БНС АСПИР РК: топливно-энергетический баланс Республики Казахстан [16] и Транспорт Республики Казахстан [17] (<https://stat.gov.kz>). Формула для расчета, следующая:

$$E_i = \sum_j \sum_m (FC_{j,m} \times E_{i,j,m}), \quad (2)$$

где E_i – выбросы загрязняющего вещества, г; $FC_{j,m}$ – потребление топлива для категории транспорта, кг; $E_{i,j,m}$ – коэффициент выбросов, г/кг.

Значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ регламентируются Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан [18].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Бюро национальной статистики Республика Казахстан из общего объема выброшенных в атмосферный воздух Республики Казахстан загрязняющих веществ 79,6 % составили газообразные и жидкие, 20,4 % – твердые. В 2022 году выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников составили 2 314,7 тыс. тонн и их уровень по сравнению с предыдущим годом снизился на 3,8 %. Предприятиями уловлено и обезврежено 93,4 % загрязняющих веществ из общего количества, отходящих от всех стационарных источников загрязнения [12]. На рисунке 1 представлена динамика выбросов загрязняющих веществ в Республике Казахстан и по областям Западно-Казахстанского региона за период с 2018 по 2022 гг. Среди изучаемых областей устойчивые показатели загрязнения атмосферы от стационарных источников наблюдаются в Актюбинской и Атырауской, которые разделяют третье и четвертые места в республике по уровню загрязнения после Павлодарской и Карагандинской областей.

Показатели загрязнения от стационарных объектов в Мангистауской и Западно-Казахстанской областях значительно ниже, однако в Мангистауской области уровень загрязнения в 3 раза выше по региону. Наблюдается выраженная тенденция на понижение выбросов ЗВ как в целом по республике на 33,96 тыс. тонн ежегодно, так и в областях: Атырауская – 8,46 тыс. тонн за год, Актюбинская – 4,24 тыс. тонн за год, Западно-Казахстанская – 6,0 тыс. тонн за год. Однако в Мангистауской области прослеживается тенденция к росту выбросов ЗВ на 3,71 тыс. тонн ежегодно.

Для территории Казахстана за исследуемый период наибольшее количество выбросов ЗВ отмечалось в 2019 г. и составило 2483,1 тыс. тонн, наименьшее зафиксировано в 2022 г. (2314,7 тыс. тонн).

Для Атырауской области свойственно максимальное количество выбросов ЗВ за исследуемый период для территории Западно-Казахстанского региона, которое колеблется от 172,3 тыс. тонн в 2018 г. до 132,1 тыс. тонн в 2022 г. Актюбинская область занимает второе место по выбросам ЗВ, здесь максимум зафиксирован в 2018 г. и составил 158,1 тыс. тонн, а в последующие годы количество выбросов снизилось до 136,5...137,4 тыс. тонн.

Западно-Казахстанская и Мангистауская области имеют наименьший вклад в загрязнение воздушного бассейна Западно-Казахстанского региона, что составляет 26 % от общего количества выбросов ЗВ региона (рисунок 2). Количество выбросов ЗВ данных областей в 3 раза ниже, чем в Атырауской и Актюбинской областях и колеблется в диапазоне 25,8...78,7 тыс. тонн.

В Западно-Казахстанской области тенденция на понижение выбросов ЗВ сохраняется, наибольшее количество выбросов зафиксировано в 2018 г. - 48,2 тыс. тонн, наименьшее – в 2022 г. (25,8 тыс. тонн). В Мангистауской области отмечается увеличение количества выбросов за тот же период. Здесь минимальное значение пришлось на 2019 г. и составило

64,5 тыс. тонн, максимальное в 2022 г. – 78,7 тыс. тонн. Согласно данным Национальной палаты предпринимателей «Атамекен» Мангистауская область является регионом, который обеспечивает 6,0 % ВВП страны [19].

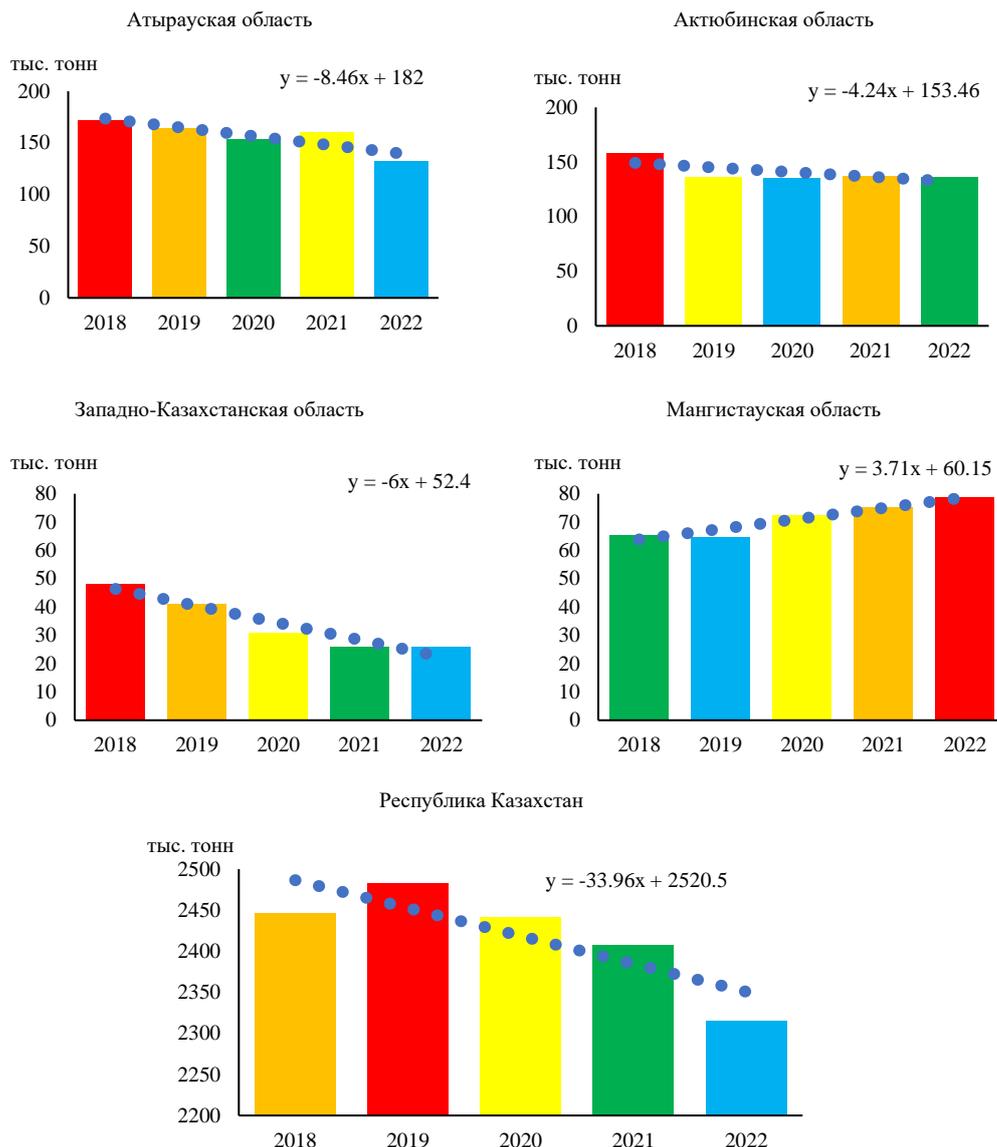


Рисунок 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в Республике Казахстан



Рисунок 2. Вклад областей в общее загрязнение Западно-Казахстанского региона осредненный за период 2018...2022 гг.

В соответствии со статьей 12 Экологического Кодекса РК и на основании Инструкции по определению категории объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду все объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, в

зависимости от уровня и риска такого воздействия подразделяются на четыре категории. Разрешение на эмиссии в окружающую среду обязаны получить предприятия I и II категории, оказывающих значительное и умеренное негативное воздействие на окружающую среду [3].

В Западно-Казахстанском регионе в 2022 г. насчитывается 87783 стационарных источников выбросов ЗВ I категории, что составляет 35 % от общего по республике. Количество стационарных источников Западно-Казахстанского региона имеет динамику на уменьшение в период с 2018 г. по 2022 г. на 7240 единиц, что соответствует 7,6 %. Предприятий с установленными нормами ПДВ в регионе большинство, количество их увеличивается от 85 % (2018 г.) до 93 % (2022 г.). Организованные источники ЗВ в регионе составляют 47,7...52,8 % от стационарных за период исследования (рисунок 3). Однако, лишь 2 % из них оборудовано очистными сооружениями. При этом выбросы в атмосферу от стационарных источников не превышают установленные предельно-допустимые или декларируемые выбросы загрязняющих веществ и насчитывают не более 46 % [20].

При условии дальнейшего развития предприятия целесообразно использовать современные экологически чистые технологии и инновационные методы улавливания и обезвреживания эмиссионных выбросов в окружающую среду, что подтверждают китайские ученые [21], которые с помощью регрессионных моделей оценивали влияние производственных ограничений на экологические и экономические показатели предприятий за период 2016...2019 гг. Результаты исследования показали, что производственные ограничения значительно снижают концентрации SO_2 и NO_x , выбрасываемых предприятиями. Прогресс достигается за счет увеличения количества экологических патентов и повышения общей производительности факторов производства.

За период исследования число стационарных источников по областям региона изменяется в широких пределах. Наибольшее их количество отмечается в Атырауской (34245 единиц в 2018 г.) и Мангистауской (28304 единиц в 2022 г.) областях, в Актюбинской области насчитывается в среднем 22489 единиц, а в Западно-Казахстанской области – наименьшее число источников 11619 единиц в 2019 г.

Целесообразно провести классификацию предприятий по числу источников выбросов, для этого использовалась шкала: 20 и менее, 21...50, 51...100, 101...200, 201...500, 501...1000, более 1000 источников. На рисунке 4 представлена классификация предприятий (категория I) по количеству источников, эмиссии ЗВ которых наносят существенный вред окружающей среде Западно-Казахстанского региона в разрезе областей.

Предприятия Западно-Казахстанского региона значительно различаются по объемам производства, разрабатываемым месторождениям, видам осуществляемой деятельности, а следовательно, и по количеству источников выбросов ЗВ. В регионе выделяются крупные предприятия, имеющие более 500 источников выбросов ЗВ (таблица 1). Однако, доля их не превышает 15 % от общего количества предприятий категории I в ЗКР. На долю предприятий имеющих количество источников от 20 до 100 и от 101 до 500 приходится по 30,6 %, что составляет наибольшее значение по региону. Предприятий с количеством источников 20 и менее составляют 24 %.

При проведении инвентаризации выбросов выявляются и учитываются все стационарные источники, устанавливаются их характеристики, а также определяются количественные и качественные показатели выбросов из всех стационарных источников выбросов, систематизируются и документируются полученные результаты, в соответствии с утвержденными Правилами осуществления инвентаризации стационарных источников выбросов [22].

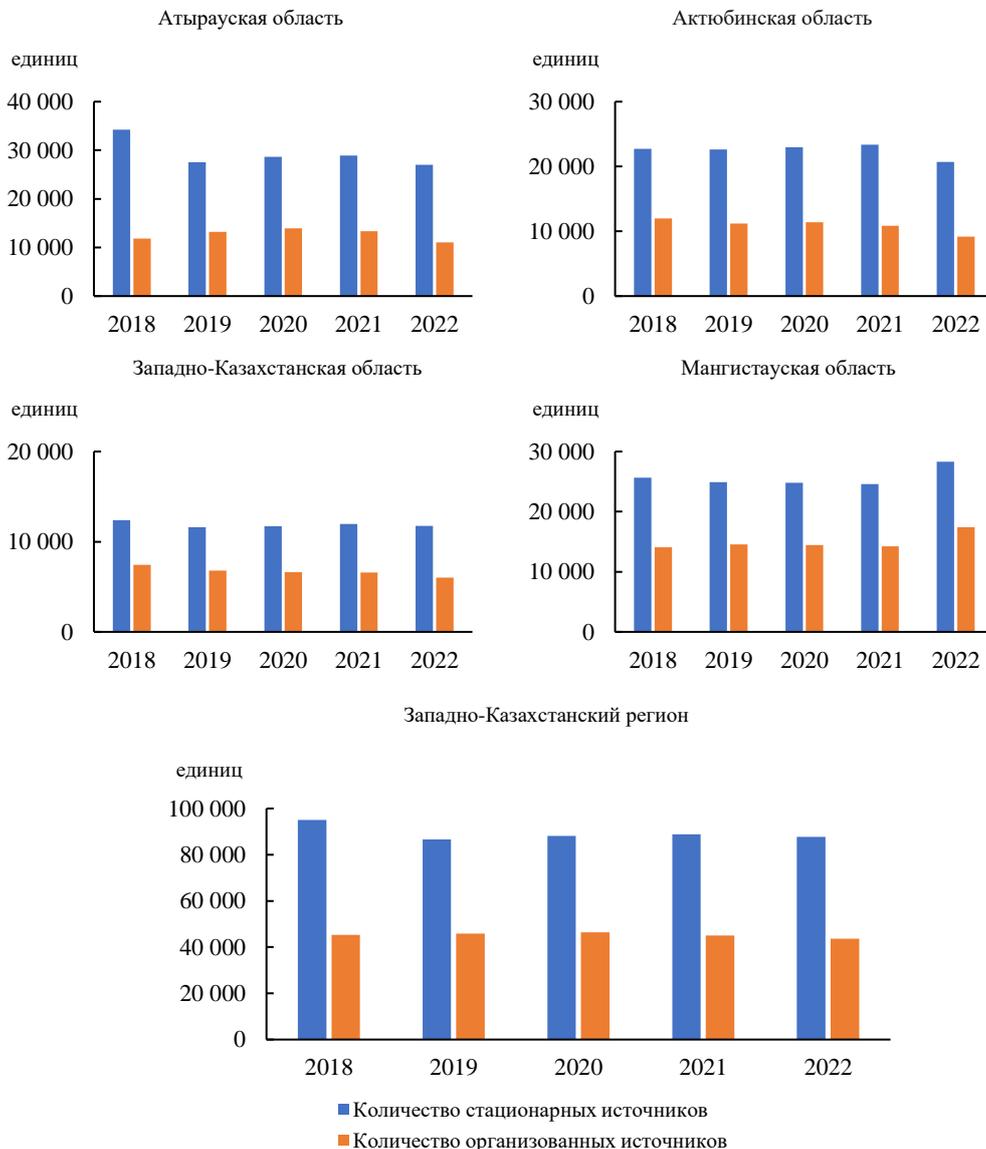


Рисунок 3. Динамика количества стационарных источников загрязняющих веществ Западно-Казахстанского региона в разрезе областей

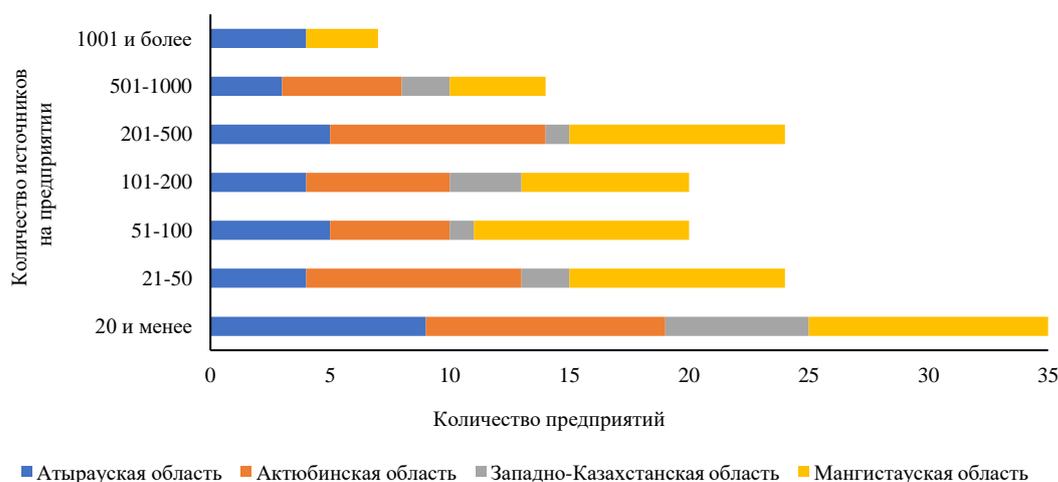


Рисунок 4. Классификация предприятий (категория I) Западно-Казахстанского региона в разрезе областей по состоянию на 2023 г.

Таблица 1
Предприятия ЗКР с количеством источников ЗВ более 500

| Область | Предприятие, количество источников ЗВ | |
|-----------------------|--|---|
| | 501...1000 | более 1000 |
| Атырауская | Филиал «НОРТ КАСПИАН ОПЕРЕЙТИНГ КОМПАНИ»; АО «Матен Петролеум»; АО «КоЖан» | ТОО «Тенгизшевройл»; АО «Эмбамунайгаз» НГДУ «Жайыкмунайгаз», НГДУ «Кайнармунайгаз», НГДУ «Доссормунайгаз» |
| Актюбинская | НГДУ «Октябрьскнефть»; АО «КМК Мунай»; АО «СНПС- Актобемунайгаз»; ТОО «Сагиз Петролеум Компани»; ДГОК-Филиал АО «ТНК «Казхром»; ТОО «Казхтуркменмунай» по Актюбинской области | - |
| Западно-Казахстанская | АОЗЕ «Карачаганак Петролеум Оперейтинг Б.В.» Казахстанский филиал КНГКМ; ТОО «Жайкмунай» | - |
| Мангистауская | Филиал АО «КазАзот» - «Шагылы Шомышты»; ТОО «Каракудукмунай»; ТОО «Ком-Мунай»; Филиал Компании «Buzachi Operating Ltd» | АО «Озенмунайгаз»; АО «Каражанбасмунай»; АО «Мангистаумунайгаз» |

Для оценки плотности распределения предприятий в регионе, рассчитали их количество на тыс. км². Установлено, что для ЗКР частота расположений предприятий составляет в среднем 2,1 единиц / тыс. км². При этом по областям предприятия распределяются не равномерно: в Мангистауской и Атырауской областях плотность распределения предприятий наибольшая и составляет 3,1 единиц / тыс. км² и 2,9 единиц / тыс. км² соответственно, а наименьшая плотность отмечается в Актюбинской (1,5 единиц / тыс. км²) и Западно-Казахстанской (1 единиц / тыс. км²) областях.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий и других источников, в том числе на основе анализа неопределенностей; разработка реестра загрязнителей воздуха, ухудшающих его качество; прогноз неблагоприятных метеорологических условий и разработка моделей качества воздуха имеют жизненно важное значение для смягчения последствий антропогенного загрязнения атмосферного воздуха [23...26].

Спектр выбрасываемых в атмосферу ЗВ предприятиями Республики Казахстан, так и ЗКР, в частности, чрезвычайно широк и включает представителей всех четырех классов опасности [27...28].

Анализ динамики выбросов сернистого ангидрида, окиси углерода, оксидов азота за период с 2018 по 2022 гг., представленных на рисунке 5 убедительно свидетельствует, что в Атырауской и Актюбинской областях объемы выбросов значительно превышают другие области ЗКР: по сернистому ангидриду в 5...8 раз, угарному газу в 3...5 раз. Данный факт подтверждает установленные ранее различия в плотности предприятий на единицу площади по областям и спецификой предприятий. Наименьшие значения выбросов оксидов азота соответствуют Западно-Казахстанской области, наибольшие – Атырауской. Относительно высокие значения выбросов оксидов азота зафиксированы в Мангистауской области.

Временной ход выбросов метана, углерода, углеводородов предельных C12...C19 и сероводорода показан на рисунке 5. Наблюдаются максимальные значения сажи и сероводорода в Актюбинской области, в 1,5...2 раза этих веществ меньше в Атырауской области. По эмиссиям метана лидирует Атырауская область. Минимальные значения эмиссий алканов (углеводороды предельные C12...C19) зафиксированы в воздухе Западно-Казахстанской области. Летучие органические соединения (ЛОС) создаются человеком в ходе промышленных и бытовых процессов. Например, при факельном сжигании газа образуется метан и неметановые ЛОС (НМЛОС). Они широко используются в производстве растворителей, лакокрасочных материалов, пестицидов, фармацевтических препаратов и

других продуктов. Их испарение в атмосферу приводит к загрязнению окружающей среды и негативным последствиям для здоровья человека.

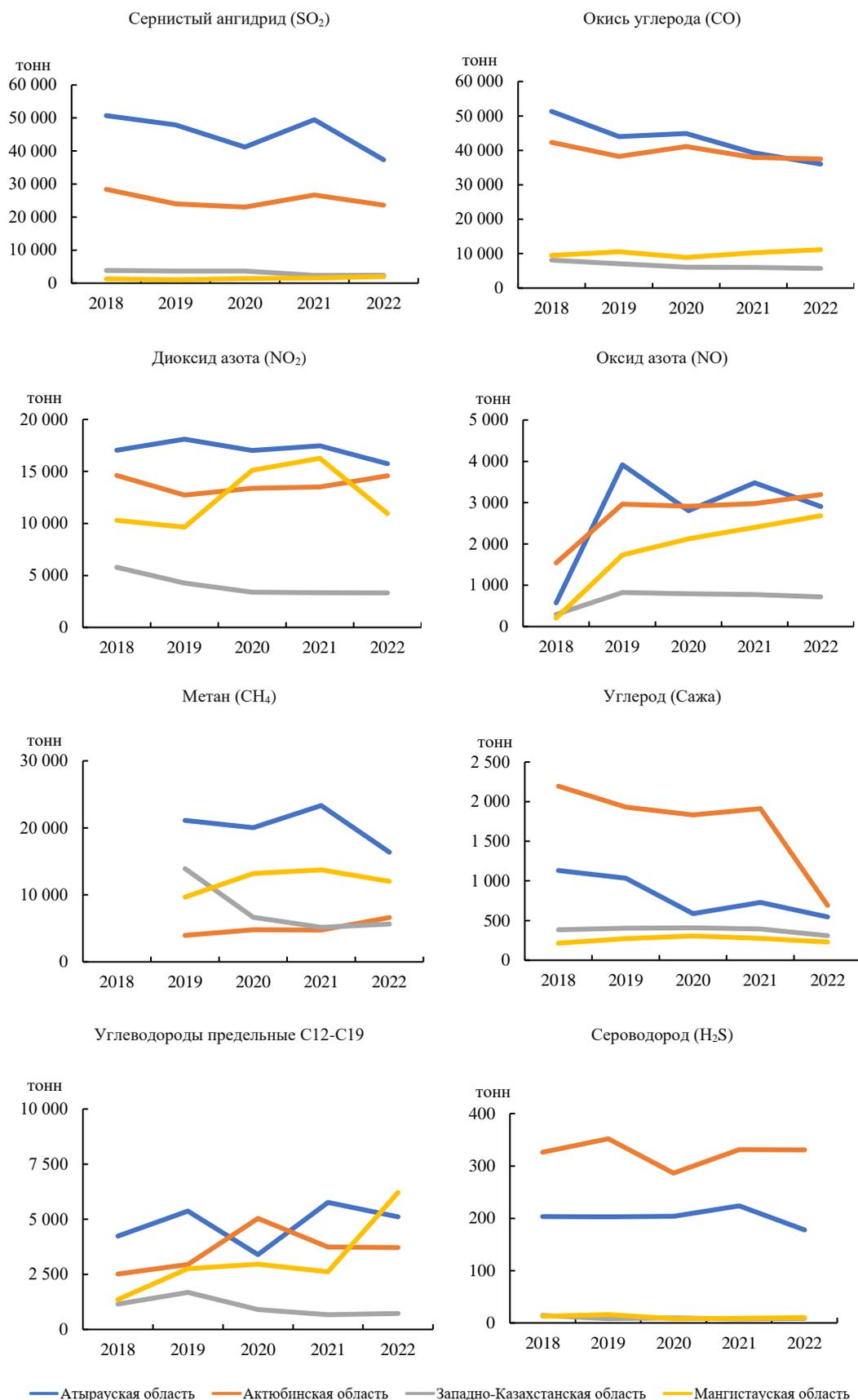


Рисунок 5. Динамика выбросов загрязняющих веществ по областям ЗКР

В рассматриваемую группу летучих органических соединений вошли толуол, бензол, ксилол, формальдегид динамика которых представлена на рисунке 6. Наивысшие значения толуола и бензола характерны для Атырауской области, ксилола – для Атырауской и

Западно-Казахстанской, формальдегида – для Мангистауской области. Эмиссии формальдегида колеблются от 20 до 50 тонн в год, однако минимальные значения наблюдаются в Западно-Казахстанской области.

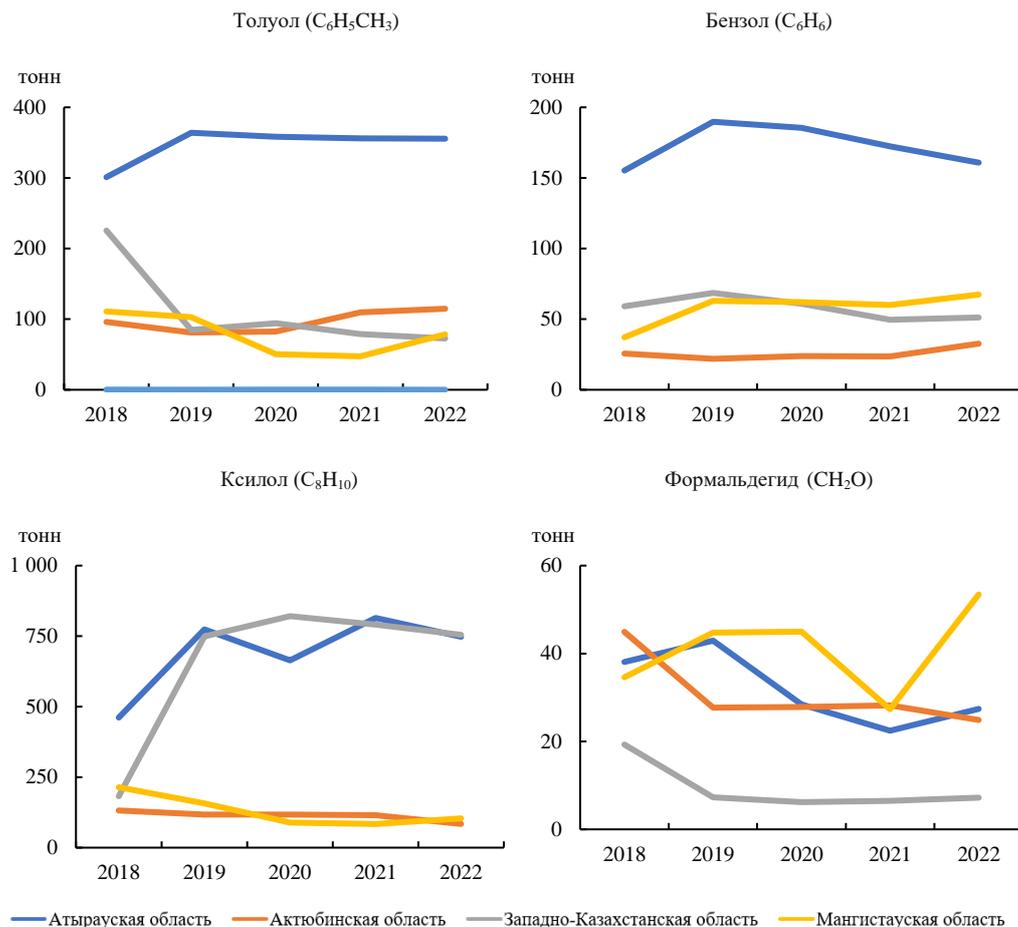


Рисунок 6. Динамика выбросов основных летучих органических соединений по областям ЗКР

В Актыубинской области неорганической пыли, содержащей двуокись кремния от 20 до 70 % (шамот, цемент, пыль, цементного производства-глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола кремнезем, зола углей казахстанских месторождений) в 5...6 раз больше, чем в других областях ЗКР, что может быть связано с деятельностью горнорудной промышленности по добыче и переработке меди, хрома такими предприятиями как ТОО «Актыубинская медная компания», АО «ТНК «Казхром», а также ТОО «Хромтауский кирпичный завод» и др. Аммиака в 2,5...3 раза больше в Мангистауской области относительно областей ЗКР, что может быть следствием функционирования АО «КазАзот».

Взвешенные вещества в период с 2018...2020 гг. преобладали в атмосферном воздухе над территорией Актыубинской области. Однако к 2021...2022 гг. их количество уменьшилось в 2,5...3 раза, что привело к выравниванию данного показателя по всем рассматриваемым областям. По основному продукту переработки нефти бензину динамика показывает широкий диапазон изменчивости за период исследования. Наибольшие его значения в воздухе зафиксированы до 2020 года, особенно в Мангистауской области. Данная тенденция не характерна для Атырауской области.

В целом анализ специфических загрязняющих веществ атмосферного воздуха показал, что наблюдается снижение выбросов в период пандемии COVID-19, обусловленное сокращением объемов производства.

АИТ не связанные с централизованными системами теплоснабжения и единой энергетической системой страны, предназначенные для получения тепловой и/или электрической энергии [29]. Они используются для обогрева жилых помещений,

коммерческих помещений или промышленных объектов в случаях, когда доступ к централизованному отоплению невозможен или экономически нецелесообразен.

Жителями Западно-Казахстанского региона АИТ используется как в городских (63 %), так и с сельских (37 %) населенных пунктах. Однако, в Мангистауской области количество АИТ в городе и сельской местности приблизительно одинаково (54 % и 46 % соответственно). В Атырауской и Западно-Казахстанской областях количество городских АИТ в 1,5 раза преобладает над использованием в сельской местности, а в Актыбинской области – почти в 3 раза. В Западно-Казахстанском регионе находятся основные газовые месторождения страны, поэтому основной вид топлива АИТ является газ (уровень газификации составляет 98,2 % населения по состоянию на январь 2023 г.).

При сжигании природного газа от АИТ в атмосферу выбрасывается большое количество диоксида углерода, так наибольшее его количество отмечается в Атырауской (1295549 кг/год) и Западно-Казахстанской (1136433 кг/год) областях, чуть меньше в Мангистауской (1048966 кг/год) и наименьшее количество в Актыбинской области (911872 кг/год). В аналогичном ранжировании выбрасываются окись углерода и оксиды азота, их количество составляет 1,5 % и 3,6 % от выбросов CO₂. НМЛОС и метана выбрасывается на порядок меньше, чем окиси углерода и оксидов азота. Лидирующее место сохраняется за Атырауской областью. Взвешенных частиц в воздухе наблюдается наименьшее количество, которое колеблется в ЗКР от 166 кг/год в Актыбинской области до 236 кг/год в Атырауской области (таблица 2).

Таблица 2

Выбросы ЗВ от АИТ при сжигании природного газа (кг/год)

| ЗВ | Западно-Казахстанский регион | Атырауская область | Актыбинская область | Западно-Казахстанская область | Мангистауская область |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Диоксид углерода (CO ₂) | 4 392 820 | 1 295 549 | 911 872 | 1 136 433 | 1 048 966 |
| Метан (CH ₄) | 7 987 | 2 356 | 1 658 | 2 066 | 1 907 |
| Оксиды азота (NO _x) | 159 739 | 47 111 | 33 159 | 41 325 | 38 144 |
| Взвешенные частицы (PM) | 799 | 236 | 166 | 207 | 191 |
| Окись углерода (CO) | 63 896 | 18 844 | 13 264 | 16 530 | 15 258 |
| НМЛОС | 11 182 | 3 298 | 2 321 | 2 893 | 2 670 |
| Оксиды серы (SO _x) | 1 597 | 471 | 332 | 413 | 381 |

Транспортная система ЗКР играет ключевую роль в обеспечении экономической активности региона и удовлетворении потребностей населения в мобильности. Виды дорожного транспорта включают легковой транспорт, грузовые автомобили и автобусы, каждый из которых имеет свои особенности и использует различные виды топлива: бензин, газ и дизельное топливо. Основная часть автопарка составляют легковые автомобили и автобусы, работающие на бензине (70 % и 58 % соответственно), а также грузовой транспорт, использующий дизельное топливо, составляет 58 % (таблица 3).

Количество единиц транспорта в целом по областям региона распределено равномерно. Легковой транспорт занимает около 85 % автопарка региона, на втором месте находится грузовой транспорт. В регионе наблюдается общий тренд на уменьшение количества транспорта, в связи с утилизацией не вышедших из строя и устаревших автомобилей.

Среднее потребление бензина дорожным транспортом в Казахстане согласно топливно-энергетическому балансу РК за 2022 год составило 4699,0 тыс. тонн бензина моторного, 1526,8 тыс. тонн дизельного топлива, 539,1 тыс. тонн сжиженного газа. Согласно Руководства [15] рассчитаны выбросы загрязняющих веществ для ЗКР (таблица 4).

Основной объем выбросов в результате сжигания бензина приходится на оксид углерода (CO); при сжигания дизельного топлива – на оксиды азота (NO_x), в целом эмиссия имеет некоторую тенденцию к снижению за счет уменьшения количества легкового автотранспорта. Наибольшее количество выбросов в результате сжигания газового топлива приходится на оксид углерода (CO), эмиссия загрязняющих веществ возрастает за счет увеличения количества транспорта на газовом и смешанном виде топлива.

Таким образом основной объем выбросов загрязняющих веществ от дорожного транспорта приходится на оксид углерода (CO), неметановые летучие органические

соединения (НМЛОС) и оксиды азота (NO_x), которые относятся к числу наиболее вредных загрязнителей для здоровья человека и окружающей среды.

Таблица 3

Состав автопарка по областям Западно-Казахстанского региона (количество единиц транспорта)

| Вид транспорта | Год | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| Западно-Казахстанский регион | | | | | |
| легковой транспорт | 520438 | 503863 | 483327 | 458974 | 470192 |
| грузовой транспорт | 67 514 | 76 496 | 77 935 | 82 702 | 68 872 |
| автобусы | 17 799 | 16 973 | 16 326 | 16 263 | 16 619 |
| Атырауская область | | | | | |
| легковой транспорт | 114484 | 110439 | 104819 | 97360 | 98227 |
| грузовой транспорт | 16 878 | 18 817 | 19 075 | 20 098 | 16 219 |
| автобусы | 5 751 | 5 535 | 5 481 | 5 516 | 4 997 |
| Актюбинская область | | | | | |
| легковой транспорт | 149229 | 142850 | 135700 | 128504 | 132833 |
| грузовой транспорт | 19 132 | 22 423 | 23 127 | 24 572 | 19 695 |
| автобусы | 3 567 | 3 400 | 3 226 | 3 237 | 3 405 |
| Западно-Казахстанская область | | | | | |
| легковой транспорт | 116470 | 114092 | 111770 | 107461 | 111300 |
| грузовой транспорт | 12 524 | 14 537 | 15 161 | 16 252 | 13 284 |
| автобусы | 3 791 | 3 582 | 3 422 | 3 393 | 3 820 |
| Мангистауская область | | | | | |
| легковой транспорт | 140255 | 136482 | 131038 | 125649 | 127832 |
| грузовой транспорт | 18 980 | 20 719 | 20 572 | 21 780 | 19 674 |
| автобусы | 4 690 | 4 456 | 4 197 | 4 117 | 4 397 |

Транспортная система ЗКР представляет собой разнообразный и динамичный сектор, включающий легковые автомобили, грузовые транспортные средства и автобусы, использующие различные виды топлива. Каждое из этих направлений имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения эффективности и экологичности. Развитие транспортной инфраструктуры, модернизация автопарка и переход на более экологически чистые виды топлива могут значительно улучшить ситуацию, способствуя устойчивому развитию региона.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен всесторонний анализ выбросов загрязняющих веществ в Западно-Казахстанском регионе за период с 2018 по 2022 годы от стационарных источников, АИТ и транспортных средств. Наблюдается выраженная тенденция на понижение выбросов ЗВ от стационарных источников как в целом по республике, так и в областях ЗКР, за исключением Мангистауской области. Отмечается изменчивость количества выбросов ЗВ по годам.

Для Западно-Казахстанского региона характерно незначительное уменьшение количества стационарных источников, лишь в Мангистауской области наблюдается их увеличение за счет интенсивного освоения ресурсов нефтегазового комплекса страны.

Проведена инвентаризация предприятий по количеству стационарных источников загрязнения воздуха в разрезе областей. Результаты классификации предприятий I категории по количеству стационарных источников показали, что во всех областях ЗКР активно работают предприятия с количеством источников 501...1000. Однако в Атырауской и Мангистауской областях имеются более крупные предприятия с количеством источников более 1000, к ним относятся ТОО «Тенгизшевройл»; АО «Эмбаунайгаз», НГДУ «Жайыкмунайгаз», НГДУ «Кайнармунайгаз», НГДУ «Доссормунайгаз»,

АО «Озенмунайгаз», АО «Каражанбасмунай», АО «Мангистаумунайгаз» и др. Большинство предприятий сфокусировано на добыче, переработке и транспортировке нефтегазодобывающих энергоносителей, а также строительных работах и производстве продуктов сельскохозяйственного производства и др. Расчетным путем установлена плотность предприятий по областям ЗКР на тыс. км², наибольшая плотность характерна для Мангистауской области, а наименьшая – Западно-Казахстанской.

Таблица 4

Объем выбросов загрязняющих веществ от дорожного транспорта ЗКР, тыс. тонн

| Годы | СО | НМЛОС | NOx | PM | N ₂ O | NH ₃ |
|-------------------|-------|-------|------|------|------------------|-----------------|
| Общий объем | | | | | | |
| 2018 | 60,90 | 7,49 | 9,07 | 0,29 | 0,16 | 0,74 |
| 2019 | 55,12 | 6,78 | 8,21 | 0,27 | 0,14 | 0,67 |
| 2020 | 58,62 | 7,21 | 8,73 | 0,28 | 0,15 | 0,71 |
| 2021 | 55,40 | 6,78 | 8,38 | 0,27 | 0,15 | 0,69 |
| 2022 | 53,83 | 6,67 | 8,06 | 0,27 | 0,14 | 0,64 |
| Бензин | | | | | | |
| 2018 | 55,48 | 6,58 | 5,72 | 0,02 | 0,13 | 0,72 |
| 2019 | 50,21 | 5,96 | 5,18 | 0,02 | 0,12 | 0,66 |
| 2020 | 53,40 | 6,34 | 5,50 | 0,02 | 0,13 | 0,70 |
| 2021 | 51,33 | 6,09 | 5,29 | 0,02 | 0,12 | 0,67 |
| 2022 | 47,76 | 5,67 | 4,92 | 0,02 | 0,12 | 0,62 |
| Дизельное топливо | | | | | | |
| 2018 | 0,64 | 0,13 | 2,49 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| 2019 | 0,58 | 0,12 | 2,26 | 0,19 | 0,02 | 0,01 |
| 2020 | 0,62 | 0,13 | 2,40 | 0,20 | 0,02 | 0,01 |
| 2021 | 0,64 | 0,13 | 2,47 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| 2022 | 0,55 | 0,12 | 2,15 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| Газ сжиженный | | | | | | |
| 2018 | 4,78 | 0,77 | 0,86 | 0,06 | 0,01 | 0,00 |
| 2019 | 4,33 | 0,70 | 0,78 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 2020 | 4,60 | 0,74 | 0,83 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 2021 | 3,43 | 0,55 | 0,61 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| 2022 | 5,52 | 0,89 | 0,99 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |

Основными загрязняющими веществами, поступившими от предприятий в атмосферный воздух, являются диоксид серы, окислы азота, окислы углерода, ЛОС, аммиак, сероводород. За период 2018...2022 гг. показана динамика изменения выбросов сернистого ангидрида (SO₂), окиси углерода (CO), оксида и диоксида азота (NO, NO₂), метана (CH₄), углерода (сажа), сероводорода (H₂S), углеводородов предельных C12-C19, толуола (C₆H₅CH₃), бензола (C₆H₆), ксилола (C₈H₁₀), формальдегида (CH₂O).

К преимуществам автономного теплоснабжения можно отнести гибкость графика использования, что позволяет регулировать теплоснабжение отдельно взятого здания не только в разные сезоны, но и в разное время суток отопительного сезона, что позволяет существенно сократить расходы на теплоснабжение. АИТ и их обслуживание дешевле, чем центральные системы и экологически более выгодны. Использование газового отопления и АИТ стало популярной альтернативой применению угля в ЗКР и других странах. Уровень газификации ЗКР составляет 98,2 %, что является самым высоким в Казахстане.

Автопарк ЗКР представлен легковым, грузовым транспортом и автобусами, на долю легковых автомобилей приходится 78%. Вид топлива зависит от типа транспортного средства: бензин, газ или дизельное топливо. Инвентаризация парка транспортных средств

необходима для оценки загрязнения ими атмосферного воздуха в зависимости от типа используемого топлива, что позволяет выяснить временные и пространственные закономерности выбросов и детализировать нагрузку от транспорта на окружающую среду. Оксид углерода (CO), неметановые летучие органические соединения (НМЛОС) и оксиды азота (NO_x) являются одними из наиболее вредных загрязняющих веществ, выбрасываемых дорожным транспортом. Вред от этих веществ многогранен и затрагивает как здоровье человека, так и окружающую среду.

Инвентаризация источников выбросов и детальный анализ выбрасываемых ЗВ служит основой для моделирования и прогнозирования уровня загрязнения атмосферы на перспективу, является действенным инструментом управления качеством атмосферного воздуха.

ДОСТУПНОСТЬ ДАННЫХ

Данные, использованные в этом исследовании, получены авторами из шести источников: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан; Национального доклада о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 год; экологических индикаторов мониторинга и оценки окружающей среды; Национальной переписи населения 2021 года; топливно-энергетического баланса Республики Казахстан (Бюро по статистике АСПИР РК); статистических сборников «Транспорт Республики Казахстан» (Бюро по статистике АСПИР РК).

ВКЛАД АВТОРОВ

Концептуализация –ВГС, ТЛТ, СЕП; управление данными –ЗРТ, ГТМ, ИАМ; формальный анализ –ВГС, ТЛТ, СЕП; методология –ТЛТ, СЕП, ЗРТ; руководство –ВГС, ТЛТ, СЕП; визуализация –ГТМ, ИАМ; написание исходного текста –ТЛТ, СЕП, ЗРТ, ГТМ, ИАМ; написание и редактирование окончательного текста –ТЛТ, СЕП.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы благодарят анонимных рецензентов и редакционную коллегию журнала за конструктивные замечания, предложения и рекомендации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (программа BR21882122 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абсеитов Е.Т. Промышленная экология: учебник. – Алматы: Нур-Принт, 2016. – 489 с.
2. Nakhjiri A., Kakroodi A. Air pollution in industrial clusters: A comprehensive analysis and prediction using multi-source data. *Ecological Informatics*, 2024, Vol. 80, 102504. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102504>
3. Экологический кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 04.04.2024 г.) от 2 января 2021 года № 400-VI. [Электронный ресурс] URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520, дата обращения: 20.08.2024
4. Беспалов В.И., Котлярова Е.В. Основные принципы совершенствования методики социо-эколого-экономической оценки состояния окружающей среды территорий промышленных зон крупных городов // «Инженерный вестник Дона». – 2011. – №4. – С. 137-144.
5. Гурова О.С. Основные принципы классификации источников загрязнения воздушной среды городских территорий Южного Федерального Округа // *Наукovedение*. – 2013. – №5. [Электронный ресурс] URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/11trgsu513.pdf>, дата обращения: 20.08.2024
6. Санатова Т.С., Торгаев А.А. Охрана атмосферного воздуха: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2016. – 128 с.
7. Трофименко Ю.В., Комков В.И. Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками дорожного транспорта: учебное пособие. – М.: МАДИ, 2023. – 114 с.
8. Karri R., Vera T., Hassan S., Khoder M., Dehghani M., Mujawar M., Ravindran G. Classification, sources, and occurrence of outdoor air pollutants: a comprehensive overview. In book: *Health and Environmental Effects of Ambient Air Pollution*, 2024, pp. 1-34. DOI:10.1016/B978-0-443-16088-2.00002-8
9. Полякова С.Е., Тажибаева Т.Л., Сальников В.Г. Классификация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (на примере Западно-Казахстанского региона). Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №48268 от 10.07.2024.
10. Тематическое исследование: инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, мониторинг и моделирование загрязнения атмосферного воздуха в Казахстане в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. – Алматы, 2002. – 91 с. [Электронный ресурс] URL: https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2018/03/Report_Air_Kazakhstan.ru.pdf, дата обращения: 15.07.2024
11. Об утверждении Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года. Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121>, дата обращения: 15.07.2024

12. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 г. – Астана, 2023. – 492 с. [Электронный ресурс] URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/566594?lang=ru>, дата обращения: 15.07.2024
13. Об утверждении Методики по формированию показателей статистики окружающей среды. Приказ и.о. Председателя Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 25 декабря 2015 года № 223. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 января 2016 года № 12931. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012931>, дата обращения: 15.07.2024
14. О присоединении Республики Казахстан к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Закон Республики Казахстан от 23 октября 2000 года N 89-III. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z000000089>, дата обращения: 08.06.2024
15. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report 06/2023. [Электронный ресурс] URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>, дата обращения: 08.06.2024
16. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Бюро по статистике АСПИР РК. [Электронный ресурс] URL: <https://stat.gov.kz>, дата обращения: 08.06.2024
17. Статистические сборники «Транспорт Республики Казахстан». Бюро по статистике АСПИР РК. [Электронный ресурс] URL: <https://stat.gov.kz>, дата обращения: 08.06.2024
18. Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, на территориях промышленных организаций. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № КР ДСМ-70. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029011#z10>, дата обращения: 08.06.2024
19. Все начиналось с Мангистау... [Электронный ресурс] URL: <https://atameken.kz/ru/articles/31893-vse-nachinalos-s-mangistau>, дата обращения 10.06.2024
20. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. [Электронный ресурс] URL: <https://stat.gov.kz/ru/ads/>, дата обращения 5.06.2024
21. Feng T., Chen X., Ma J., Sun Y., Du H., Yao Y., Chen Zh., Wang Sh., Mi Zh. Air pollution control or economic development? Empirical evidence from enterprises with production restrictions. Journal of Environmental Management, 2023, Vol. 336, 117611. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117611>
22. Об утверждении Правил осуществления инвентаризации стационарных источников выбросов, корректировки данных, документирования и хранения данных, полученных в результате инвентаризации и корректировки (для местных исполнительных органов). Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 19 июля 2021 года № 262. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023640>, дата обращения 5.06.2024
23. Павличенко Л.М., Есполаева А.Р., Ақтымбаева А.С. Методы объективизации принципа "загрязнитель платит" на примере оценки роли нефтегазодобывающего комплекса в формировании экологического состояния Мангистауской области: монография. - Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 246 с.
24. Qi J., Zheng B., Li V., Yu F., Chen C., Liu F., Zhou X., Yuan J., Zhang Q., He K. A high-resolution air pollutants emission inventory in 2013 for the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. Atmospheric Environment, 2017, Vol. 170, pp. 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.09.039>
25. Hua H., Jiang S., Sheng H., Zhang Y., Liu X., Zhang L., Yuan Z., Chen T. A high spatial-temporal resolution emission inventory of multi-type air pollutants for Wuxi city. Journal of Cleaner Production, 2019, Vol. 229, pp. 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.011>
26. Mangaraj P., Sahu S., Beig G., Samal B. Development and assessment of inventory of air pollutants that deteriorate the air quality in Indian megacity Bengaluru. Journal of Cleaner Production, 2022, Vol. 360, 132209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132209>
27. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс] URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1037913, дата обращения 5.06.2024
28. Новый перечень загрязняющих веществ, эмиссии которых подлежат экологическому нормированию. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 25 июня 2021 года № 212. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023279>, дата обращения 5.06.2024
29. Гладышев Н.Н., Куколев М.И., Морозов Г.А., Базулин И.С. Источники тепловой и электрической энергии: учебное пособие. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. – 133 с.

REFERENCES

1. Abseitov E.T. Promyshlennaya ekologiya: uchebnik [Industrial ecology: textbook]. Almaty: Nur-Print, 2016, 489 p. [in Russian].
2. Nakhjiri A., Kakroodi A (2024). Air pollution in industrial clusters: A comprehensive analysis and prediction using multi-source data. Ecological Informatics, Vol. 80, 102504. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102504>
3. Ekologicheski kodeks Respubliki Kazakhstan] (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 04.04.2024 g.) ot 2 yanvarya 2021 goda № 400-VI [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan (with amendments and additions as of April 4, 2024) dated January 2, 2021 No. 400-VI]. [Elektronnyi resurs] URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520, date of access: 20.05.2024 [in Russian].
4. Bepalov V.I., Kotlyarova E.V. Osnovnye printsipy sovershenstvovaniya metodiki sotsio-ekologo-ekonomicheskoi otsenki sostoyaniya okruzhayushchei sredy territorii promyshlennykh zon krupnykh gorodov [Basic principles for improving the methodology for socio-ecological and economic assessment of the state of the environment in industrial zones of large cities]. «Inzhenernyi vestnik Dona», No. 4, 2011, pp. 137-144 [in Russian].
5. Gurova O.S. Osnovnye printsipy klassifikatsii istochnikov zagryazneniya vozdushnoi sredy gorodskikh territorii Yuzhnogo Federal'nogo Okruga [Basic principles for classifying sources of air pollution in urban areas of the Southern Federal District]. Naukovedenie, No. 5, 2013. [Elektronnyi resurs]: <https://naukovedenie.ru/PDF/11trgsu513.pdf>, date of access: 20.08.2024 [in Russian].
6. Sanatova T.S., Torgaev A.A. Okhrana atmosfernogo vozdukh: Uchebnoe posobie [Atmospheric air protection: Training manual]. Almaty: AUES, 2016, 128 p. [in Russian].
7. Trofimenko Yu.V., Komkov V.I. Inventarizatsiya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv peredvizhnyimi istochnikami dorozhnogo transporta: uchebnoe posobie [Inventory of pollutant emissions from mobile sources of road transport: Training manual]. M.: MADI, 2023, 114 p. [in Russian].
8. Karri R., Vera T., Hassan S., Khoder M., Dehghani M., Mujawar M., Ravindran G (2024). Classification, sources, and occurrence of outdoor air pollutants: a comprehensive overview. In book: Health and Environmental Effects of Ambient Air Pollution, pp. 1-34. [DOI:10.1016/B978-0-443-16088-2.00002-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-443-16088-2.00002-8)

9. Polyakova S.E., Tazhibayeva T.L., Sal'nikov V.G. Klassifikatsiya istochnikov vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferyniy vozdukh (na primere Zapadno-Kazakhstanskogo regiona) [Classification of emission sources of of pollutants into the atmospheric air (using the example of the West Kazakhstan region)]. Svidetel'stvo o vnesenii svedenii v gosudarstvennyi reestr prav na ob'ekty, okhranyaemye avtorskim pravom №48268 ot 10.07.2024 [in Russian].
10. Tematicheskoe issledovanie: inventarizatsiya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu, monitoring i modelirovaniye zagryazneniya atmosferyniy vozdukh v Kazakhstane v ramkakh Konventsii o transgranichnom zagryaznenii vozdukh na bol'shie rasstoyaniya [Case study: inventory of air pollutant emissions, monitoring and modeling of air pollution in Kazakhstan under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution]. Almaty, 2002, 91 p. [Elektronnyi resurs] URL: https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2018/03/Report_Air_Kazakhstan_ru_.pdf, date of access: 15.07.2024 [in Russian].
11. Ob utverzhdenii Strategii dostizheniya uglerodnoi neutral'nosti Respubliki Kazakhstan do 2060 goda [On approval of the Strategy for achieving carbon neutrality of the Republic of Kazakhstan until 2060]. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 2 fevralya 2023 goda № 121. [Elektronnyi resurs] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121>, date of access: 15.07.2024 [in Russian].
12. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy i ob ispol'zovanii prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2022 g. [National report on the state of the environment and the use of natural resources of the Republic of Kazakhstan for 2022]. Astana, 2023, 492 p. [Elektronnyi resurs] URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/566594?lang=ru>, date of access: 15.07.2024 [in Russian].
13. Ob utverzhdenii Metodiki po formirovaniyu pokazatelei statistiki okruzhayushchei sredy [On approval of the Methodology for the formation of environmental statistics indicators]. Prikaz i.o. Predsedatelya Komiteta po statistike Ministerstva natsional'noi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 25 dekabrya 2015 goda № 223. Zaregistrovan v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 26 yanvarya 2016 goda № 12931. [Elektronnyi resurs] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012931>, date of access: 15.07.2024 [in Russian].
14. O prisoedinenii Respubliki Kazakhstan k Konventsii o transgranichnom zagryaznenii vozdukh na bol'shie rasstoyaniya. Zakon Respubliki Kazakhstan ot 23 oktyabrya 2000 goda N 89-II [On the accession of the Republic of Kazakhstan to the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Law of the Republic of Kazakhstan dated October 23, 2000 N 89-II]. [Elektronnyi resurs] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z000000089>, date of access: 08.06.2024 [in Russian].
15. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report 06/2023. [Elektronnyi resurs] URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>, date of access: 08.06.2024
16. Toplivno-energeticheskii balans Respubliki Kazakhstan [Fuel and energy balance of the Republic of Kazakhstan]. Byuro po statistike ASPIR RK. [Elektronnyi resurs] URL: <https://stat.gov.kz>, 08.06.2024, date of access: 08.06.2024 [in Russian].
17. Statisticheskie sborniki «Transport Respubliki Kazakhstan» [Statistical collections “Transport of the Republic of Kazakhstan”]. Byuro po statistike ASPIR RK. [Elektronnyi resurs] URL: <https://stat.gov.kz>, date of access: 08.06.2024 [in Russian].
18. Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov k atmosferynomu vozdukh v gorodskikh i sel'skikh naselennykh punktakh, na territoriyakh promyshlennykh organizatsii [On approval of hygienic standards for atmospheric air in urban and rural settlements, in the territories of industrial organizations]. Prikaz Ministra zdoravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 2 avgusta 2022 goda № KR DSM-70. [Elektronnyi resurs] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029011#z10>, date of access: 08.06.2024 [in Russian].
19. Vse nachinalos' s Mangistau ... [All begins from Mangistau] [Elektronnyi resurs] URL: <https://atameken.kz/ru/articles/31893-vse-nachinalos-s-mangistau>, date of access: 10.06.2024
20. Byuro natsional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. [Elektronnyi resurs] URL: <https://stat.gov.kz/ru/ads/>, date of access: 05.06.2024 [in Russian].
21. Feng T., Chen X., Ma J., Sun Y., Du H., Yao Y., Chen Zh., Wang Sh., Mi Zh. (2023). Air pollution control or economic development? Empirical evidence from enterprises with production restrictions. Journal of Environmental Management, Vol. 336, 117611. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117611>
22. Ob utverzhdenii Pravil osushchestvleniya inventarizatsii statsionarnykh istochnikov vybrosov, korrektyrovki dannykh, dokumentirovaniya i khraneniya dannykh, poluchennykh v rezul'tate inventarizatsii i korrektyrovki (dlya mestnykh ispolnitel'nykh organov) [On approval of the Rules for carrying out an inventory of stationary emission sources, data adjustment, documentation and storage of data obtained as a result of inventory and adjustment (for local executive bodies)]. Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan ot 19 iyulya 2021 goda № 262. [Elektronnyi resurs] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023640>, date of access: 05.06.2024 [in Russian].
23. Pavlichenko L.M., Espolaeva A.R., Aktymbaeva A.S. Metody ob"ektivizatsii printsipa "zagryaznitel' platit" na primere otsenki roli neftegazodobyvayushchego kompleksa v formirovaniye ekologicheskogo sostoyaniya Mangistauskoj oblasti: monografiya [Methods for objectifying the “polluter pays” principle using the example of assessing the role of the oil and gas production complex in shaping the ecological state of the Mangistau region: monograph]. Almaty: Kazak universiteti, 2017, 246 p. [in Russian].
24. Qi J., Zheng B., Li V., Yu F., Chen C., Liu F., Zhou X., Yuan J., Zhang Q., He K (2017). A high-resolution air pollutants emission inventory in 2013 for the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. Atmospheric Environment, Vol. 170, pp. 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.09.039>
25. Hua H., Jiang S., Sheng H., Zhang Y., Liu X., Zhang L., Yuan Z., Chen T. (2019). A high spatial-temporal resolution emission inventory of multi-type air pollutants for Wuxi city. Journal of Cleaner Production, Vol. 229, pp. 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.011>
26. Mangaraj P., Sahu S., Beig G., Samal B. (2022). Development and assessment of inventory of air pollutants that deteriorate the air quality in Indian megacity Bengaluru. Journal of Cleaner Production, Vol. 360, 132209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132209>
27. Mezhgosudarstvennyi standart GOST 12.1.007-76. Sistema standartov bezopasnosti truda. Vrednye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti [Interstate standard GOST 12.1.007-76. System of occupational safety standards. Harmful substances. Classification and general safety requirements]. [Elektronnyi resurs] URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1037913, date of access: 05.06.2024 [in Russian].
28. Novyi perechen' zagryaznyayushchikh veshchestv, emissii kotorykh podlezhat ekologicheskomu normirovaniyu [New list of pollutants whose emissions are subject to environmental regulation]. Prikaz Ministra ekologii, geologii i prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan ot 25 iyunya 2021 goda № 212. [Elektronnyi resurs] UR: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023279>, date of access: 05.06.2024 [in Russian].
29. Gladyshev N.N., Kukolev M.I., Morozov G.A., Bazulin I.S. Istochniki teplovoi i elektricheskoi energii: uchebnoe posobie [Sources of thermal and electrical energy: Teaching manual]. Spb.: VShTE SpbGUPTD, 2022, 133 p. [in Russian].

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУ КӨЗДЕРІНІҢ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯСЫ

Виталий Г. Сальников¹ г.ғ.д, Тамара Л. Тажибаева¹ б.ғ.к., Светлана Е. Полякова^{1*} г.ғ.к., Зуфар Р. Токпаев^{1,2}, Гульнур Т. Мусралинова¹, Ирина А. Миськив³

¹ «әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті» КЕАК, Алматы, Қазақстан; vitali.salnikov@kaznu.edu.kz, tazhiba@list.ru, svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz, zufartokpayev@gmail.com, gulnur.musralynova@kaznu.edu.kz

² «Жасыл Даму» АҚ, Астана, Қазақстан; zufartokpayev@gmail.com

³ «Ұлттық ақпараттық технологиялар» АҚ, Астана, Қазақстан; iro4ka_26_@mail.ru

Автор корреспондент: Светлана Е. Полякова, svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz

ТҮЙІН СӨЗДЕР

инвентаризация
ластаушы көздер
атмосфералық ауа
ластаушы заттар
Батыс Қазақстан аумағы

Мақала жайында:

Жіберілді: 21.09.2024
Қайта қаралды: 28.02.2025
Қабылданды: 29.03.2025
Жарияланды: 01.04.2025

АБСТРАКТ

Атмосфералық ауаның сапасын тиімді басқару үшін ластану көздерінің толық инвентаризациясы маңызды болып табылады. Осы мақалада 2018...2022 жылдар аралығындағы Батыс Қазақстан аймағының 4 облысы бойынша ластаушы заттардың стационарлы және жылжымалы көздерден, сонымен қатар жылудың автономды көзінен түсетін тасталымдарының динамикасы қарастырылған. Стационарлық көздерден ластаушы заттардың лақтырылымдарының төмендеу тенденциясы Маңғыстау облысынан басқа облыстарда байқалады. Облыстар бойынша бірінші санаттағы ластану көздерінің инвентаризациясын жүргізу барысында, олардың қоршаған ортаға ең көп зиян тигізетіні анықталды. Ластану көздерінің саны 1000-нан көп ең ірі кәсіпорындар Атырау және Маңғыстау облыстарында орналасқан. Кәсіпорындардың қызмет спектрі негізінен мұнай-газ өндіру кешеніне, сондай-ақ ауыл шаруашылығы өндірісі, құрылыс және басқада салаларға бағытталған. Кәсіпорындарды ең тығыз орналасуы Маңғыстау облысында мың км² есебімен, ал ең азы Батыс Қазақстан облысында байқалады. Кәсіпорындардан атмосфералық ауаға түскен негізгі ластаушы заттардың күкірт ангидридi, көміртегі тотығы, азот оксиді және диоксиді, метан, көміртегі (күйе), күкіртсутек, C12...C19 шекті көмірсутектер, толуол, бензол, ксилол, формальдегидтің динамикасы келтірілген. Газбен жылыту және жылжымалы автономды көздердің қолданылуы Батыс Қазақстан өңірінде көмірді қолдануға танымал балама болып табылады, оның газдандыру деңгейі 98,2 % құрайды. Жылжымалы ластаушы заттар көздері жеңіл, жүк көлігімен және автобустармен ұсынылған, олардың негізгі отын түрлері бензин, газ немесе дизель отыны. Жеңіл автокөліктер көлік құралдарының жалпы санының 78 % құрайды. Көміртек оксиді, метанға жатпайтын ұшпалы органикалық қосылыстар және азот оксидтері автокөлікпен шығаратын ең зиянды ластаушы заттардың бірі болып табылады. Ластануды азайту бойынша мақсатты шараларды әзірлеу үшін әр түрлі көздерінен лақтырылымдардың құрылымын және көлемдерін түсіну ластануды азайтудың мақсатты шараларды әзірлеу үшін маңызды болып табылады.

INVENTORY OF AIR POLLUTION SOURCES IN THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION

Vitaly Salnikov¹ doctor of geographical sciences, Tamara Tazhibayeva¹ candidate of biological sciences, Svetlana Polyakova^{1*} candidate of geographical sciences, Zufar Tokpaev^{1,2}, Gulnur Musralynova¹, Irina Miskiv³

¹ NJSC "al-Farabi Kazakh National University", Almaty, Kazakhstan; vitali.salnikov@kaznu.edu.kz, tazhiba@list.ru, svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz, zufartokpayev@gmail.com, gulnur.musralynova@kaznu.edu.kz

² JSC "Zhasyl Damu", Astana, Kazakhstan; zufartokpayev@gmail.com

³ JSC "National Information Technologies", Astana, Kazakhstan; iro4ka_26_@mail.ru

Corresponding author: Svetlana Polyakova, svetlana.polyakova@kaznu.edu.kz

KEY WORDS

ABSTRACT

inventory
pollution sources
atmospheric air
pollutants
West Kazakhstan region

For effective management of atmospheric air quality, a complete inventory of pollution sources is necessary. The article examines the dynamics of pollutant emissions in 4 regions of the West Kazakhstan region for 2018...2022 from stationary and mobile sources, as well as from autonomous heat sources. A downward trend in emissions of pollutants from stationary sources is noted, with the exception of the Mangistau Oblast. An inventory of category I pollution sources causing the greatest harm to the environment was conducted by region. The largest enterprises, with more than 1001 sources, are located in the Atyrau and Mangistau Oblasts. The range of activities of the enterprises is focused mainly on the oil and gas production complex, and there are also agricultural production, construction and others. The highest density of enterprises is observed in Mangistau, and the lowest in West Kazakhstan Oblast. The dynamics of the main pollutants released into the atmosphere by enterprises are given: sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen oxide and dioxide, methane, carbon (soot), hydrogen sulfide, saturated hydrocarbons C12...C19, toluene, benzene, xylene, formaldehyde. It is shown that the use of gas heating and autonomous heat sources has become a popular alternative to the use of coal in the region, the gasification level of which is 98,2 %. Mobile sources of pollutants are represented by cars, trucks and buses, the main types of fuel for which are gasoline, gas or diesel fuel. Passenger cars account for 78% of all vehicles. Carbon monoxide, non-methane volatile organic compounds and nitrogen oxides are among the most harmful pollutants emitted by road transport. To develop targeted measures to reduce pollution, it is advisable to use information on the structure and volume of emissions from each type of source.

About article:

Received: 21.09.2024

Revised: 28.02.2025

Accepted: 29.03.2025

Published: 01.04.2025

Примечание издателя: заявления, мнения и данные во всех публикациях принадлежат только автору (авторам), а не журналу "Гидрометеорология и экология" и/или редактору (редакторам).