

ТЕНДЕНЦИИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ СТАЦИОНАРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

ГАЛАЙ Е.И.¹ , КАБИЕВ Е.С.^{2*} 

Галай Елена Ивановна¹ – Кандидат географических наук, кафедра Географическая экология, факультет Географии и геоинформатики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
E-mail: e_galai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

*Кабиев Ерлан Сырымович² – Доктор философии (PhD), кафедра Географии и туризма, факультет Естественных наук, Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, г. Атырау, Казахстан
E-mail: yerlanustaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4600-6550>

Аннотация. В статье представлен анализ пространственно-временной динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух административных районов Витебской области за период 2011–2023 гг. С использованием картографического и сравнительно-географического подходов выполнена классификация районов по уровням загрязнения от стационарных источников относительно среднеобластных значений. Установлено, что в большинстве районов преобладают выбросы углеводородов, а в отдельных – оксид углерода, сернистый ангидрид или твердые частицы. Отмечены выраженные различия в структуре загрязняющих веществ по районам, а также динамика изменений долей основных поллютантов, таких как снижение выбросов диоксида серы (SO₂), рост доли нелетучих углеводородов (НМЛОС) и оксида углерода (CO). Особое внимание уделено выделению территорий с устойчивыми уровнями загрязнения, а также зонам, демонстрирующим положительную или отрицательную тенденцию по отдельным компонентам. Установлено, что в Витебской области доля стационарных источников остается значительно выше, чем в среднем по Республике Беларусь, что требует принятия дополнительных управленческих мер. Полученные результаты позволяют более обоснованно планировать природоохранные мероприятия, ориентируясь на тип, объем и структуру загрязнений в конкретных административных районах.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, стационарные источники, загрязняющие вещества, административные районы, уровень загрязнения, динамика выбросов, поллютанты.

Введение

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года особое внимание уделяется поддержанию благоприятных природных условий для жизни нынешних и грядущих поколений. Для достижения этой цели требуется комплекс природоохранных мер, основываться на которых целесообразно лишь после анализа тенденций ключевых экологических показателей. Одним из таких показателей служат выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками Витебской области.

По видам экономической деятельности регион формируется прежде всего «обрабатывающей промышленностью», чья доля в валовом региональном продукте за 2022 год составила 21,5 %. Далее следуют «сельское, лесное и рыбное хозяйство» (10,8 %) и «снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом» (5,1 %) [1].

На долю предприятий Витебщины приходится 12,4 % общего промышленного выпуска страны [2]. Область лидирует в Беларуси по выпуску доломитовой муки (100 %), первичных полиэтиленовых полимеров (95,5 %), ковровой продукции (95,2 %), льняных тканей (свыше 90 %), обуви (более 50 %) и электроэнергии (около 30 %) [3]. Производственная деятельность, помимо выпуска продукции, неизбежно сопровождается образованием сточных вод, отходов и выбросами вредных веществ в атмосферу. Следовательно, для обоснованного планирования природоохранных мероприятий важно проследить динамику этих экологических аспектов.

Материалы и методы исследования

Для анализа пространственной и временной динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу применялись картографический подход [4, 5] и данные из литературных источников [6–12]. Исследование охватывало три временных интервала: 2011–2015 гг., 2016–

2020 гг. и 2021–2023 гг. В каждом из них рассчитывались средние значения выбросов в атмосферный воздух для двадцати одного административного района Витебской области, а также в целом по региону. Кроме того, вычислялось стандартное отклонение, позволяющее оценить степень вариативности показателей.

Согласно методике, предложенной автором [13], была осуществлена классификация районов области по уровню выбросов от стационарных источников за определённый период: выделялись категории от «пониженного» до «очень высокого» относительно среднеобластного значения.

В качестве методологической базы исследования использовались сравнительно-географический и картографический методы, что позволило обеспечить комплексный подход к оценке экологической ситуации в регионе.

Результаты и их обсуждение

Экологическое состояние атмосферного воздуха во многом зависит от объёмов выбросов загрязняющих веществ, в особенности от мобильных источников. Так, в общей структуре выбросов по Республике Беларусь на транспорт приходилось 56,6% в 2016 году, при этом стационарные источники составляли 43,4%. В 2022 году соотношение изменилось: доля транспорта составила 52,3%, а стационарных источников – 47,7%. В отличие от общереспубликанской тенденции, в Витебской области доминирующее значение сохраняют выбросы от стационарных источников: 68,8% в 2016 году и 69,7% в 2022 году, соответственно транспортные источники – 31,2% и 30,3%.

Отмечается, что в 2022 году предприятия региона увеличили объёмы выбросов, в то время как от автотранспорта наблюдалось их снижение. В целом по стране за период с 2016 по 2022 год среднее значение выбросов на квадратный километр снизилось на 110 кг/км², тогда как в Витебской области – на 624 кг/км²: из них на 210 кг/км² за счёт транспорта и на 414 кг/км² – за счёт промышленных источников. При этом на душу населения в области количество выбросов уменьшилось на 14 кг.

Основными источниками загрязнения воздуха на территории Беларуси и в пределах Витебской области выступают технологические процессы, использование и обезвреживание отходов, а также сжигание топлива, которое играет менее значительную роль. Доля Витебской области в общем объёме выбросов по стране составила в 2022 году 15,1%, при этом на стационарные источники приходилось 21,9%, а на мобильные – 11,0%. В отличие от большинства других регионов, здесь сохраняется превалирование выбросов от стационарных объектов.

Согласно данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды [6], в 2021 году структура выбросов промышленных предприятий Витебской области включала: 24,8% — нелетучие органические соединения, 20,6% — углеводороды, 17,5% — диоксид серы, 15,1% — оксид углерода, 10,7% — диоксид азота, 4,6% — твёрдые частицы. Основные объёмы поллютантов поступают в атмосферу в процессе сжигания топлива и в результате производственных операций. Так, в 2021 году от сжигания топлива происходили выбросы 34,3% общего объёма диоксида серы, 25,9% оксида углерода и 22,8% диоксида азота. В то же время технологические процессы и утилизация отходов дали 15,9%, 7,2% и 3,7% этих же веществ соответственно.

Сравнительный анализ с 2016 годом показывает, что к 2021 году доля диоксида серы в структуре выбросов уменьшилась на 6%, доля оксида углерода выросла на 1,7%, а НМЛОС – на 1,5%. Прочие изменения по другим веществам были незначительными.

В Оршанском районе в 2021 году структура выбросов выглядела следующим образом: 4,2% — твёрдые вещества, 7,6% — сернистый ангидрид, 29,8% — оксид углерода, 9,3% — диоксид азота, 1,9% — оксид азота, 33,8% — углеводороды (без НМЛОС), 6,7% — НМЛОС, 6,7% — прочие загрязнители. Для Полоцкого района характерны такие значения: 12,4%, 1,4%, 22,0%, 13,0%, 1,7%, 16,0%, 30,6%, 2,9% соответственно. В большинстве районов (81%) области преобладают углеводороды как основная составляющая выбросов. В Браславском и Поставском районах наибольший удельный вес имеют выбросы оксида углерода. В

Чашникском районе в 2021 году основная доля приходится на сернистый ангидрид (40,9%) и оксид углерода (24%), при этом доля твёрдых веществ составила лишь 0,7%.

Анализ средних значений за 2011–2015 годы показал, что большинство районов (например, Браславский, Городокский, Докшицкий, Миорский и другие) находятся на уровне среднеобластных показателей. В этот период предприятия Сенненского района выбрасывали в среднем 800 тонн загрязнителей, а Верхнедвинского – 1280 тонн. По результатам классификации установлено, что к районам с пониженным и низким уровнем загрязнения относится 20% всех территорий, с повышенным – 10%, с высоким и очень высоким – 19%. Особенно значительными остаются выбросы в Полоцком и Чашникском районах, где расположены крупные промышленные предприятия.

За период 2016–2020 годов наибольшая группа районов также характеризуется среднеобластным уровнем загрязнения (см. таблицу 1). В пределах этой группы минимальный объём загрязнений зафиксирован в Докшицком районе — 0,84 тыс. тонн, а максимальный — в Дубровенском районе — 2,00 тыс. тонн. Низкий уровень выбросов отмечается в 19% районов (Бешенковичский, Россонский, Сенненский, Шарковщинский), что коррелирует с их скромным вкладом в промышленное производство: в 2020 году на предприятия Бешенковичского района приходилось 0,3% областного выпуска продукции, на Россонский – 0,1%, Сенненский и Шарковщинский – по 0,2% [2].

Таблица 1 – Уровень загрязнения атмосферного воздуха Витебской области выбросами стационарных источников, тыс. т

Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Административные районы	Средние выбросы загрязняющих веществ за 2016-2020гг., тыс.т
Среднеобластной (0,84-2,18)	Браславский	1,32
	Верхнедвинский	1,98
	Городокский	1,32
	Докшицкий	0,84
	Дубровенский	2,00
	Лепельский	1,22
	Лиозненский	1,68
	Миорский	1,82
	Поставский	1,64
	Толочинский	1,84
	Ушачский	0,86
	Шумилинский	1,26
Пониженный (меньше 0,84)	Бешенковичский	0,64
	Россонский	0,46
	Сенненский	0,66
	Шарковщинский	0,58
Повышенный (2,18- 3,10)	Глубокский	3,10
Высокий (3,20-6,00)	Витебский	5,90
Очень высокий (больше 6,0)	Оршанский	7,84
	Чашницкий	14,40
	Полоцкий	55,10

На основе статистической обработки данных Национального статистического комитета установлено, что среди всех районов Витебской области только два – Витебский и Глубокский – демонстрируют соответственно высокий и повышенный уровни загрязнения атмосферного воздуха по сравнению со среднеобластными значениями.

В Витебском районе размещены такие промышленные предприятия, как ОАО «БелВитунифарм», ОАО «Витебский плодовоовощной комбинат», а также производственные мощности ООО «Альянспласт», выпускающее полимерную упаковку, и предприятия по изготовлению алкогольной продукции [14]. Административный центр области – город Витебск – характеризуется высокой концентрацией промышленных объектов, в том числе 70 крупных. В структуре промышленности города в 2020 году наибольшую долю (55,5%) занимали предприятия по производству и распределению энергоресурсов, обрабатывающая промышленность обеспечила 42,8%, а добывающая – 1,7% [1]. Витебск формирует 29% от совокупного объема промышленного производства области, в то время как на Витебский район приходится около 3% [10].

Глубокский район выделяется как по числу хозяйствующих субъектов, так и по масштабам промышленного производства [15]. В его структуре функционируют 22 предприятия, среди которых ОАО «Глубокский молочноконсервный комбинат», «мясокомбинат», «комбикормовый завод», «Плиский льнозавод» и другие. Молочноконсервный комбинат относится к четвертой категории по воздействию на воздушную среду, эксплуатирует 30 источников загрязнений, выбрасывая 31 наименование вредных веществ, включая оксид углерода, диоксид азота, аммиак и аэрозоли свинца. На мясокомбинате действует 59 стационарных источников выбросов, в числе основных загрязнителей – оксиды азота, серы, аммиак и угарный газ. Газоочистные сооружения на предприятиях отсутствуют. Главными источниками загрязнений в районе выступают котельные, использующие в качестве топлива дрова, мазут и природный газ.

К районам с очень высоким уровнем загрязнений за 2016–2020 годы относятся Полоцкий, Оршанский и Чашникский районы. За указанный период объем выбросов в Оршанском районе достиг 7,84 тыс. тонн, в Полоцком – 55,08 тыс. тонн.

Полоцкий район – один из ключевых центров нефтехимии в стране. Здесь расположены крупнейшие предприятия, включая ОАО «Нафтан» и его подразделение – завод «Полимир», Новополоцкая ТЭЦ РУП «Витебскэнерго», ОАО «Полоцк-Стекловолокно», а также ОАО «Полоцктранснефть Дружба». Эти пять объектов обеспечивают около 95% всех выбросов по району [16]. Наибольшее загрязняющее воздействие оказывают установки серной кислоты, водородные установки, объекты газового хозяйства на территории ОАО «Нафтан». Промышленность города Новополоцка обеспечивает 42,7% общего объема промышленного производства Витебской области, тогда как район в целом формирует 5,1%.

Чашникский район также относится к числу индустриально развитых. На его территории работают 16 промышленных предприятий, 14 из которых сертифицированы по ISO 9000. В Новолукомле сосредоточены предприятия, включая Лукомльскую ГРЭС и заводы по выпуску стройматериалов, керамзита и прочей продукции. В Чашниках действуют предприятия легкой, спиртовой и целлюлозно-бумажной промышленности [17].

Оршанский район представлен разнообразными производствами – от станкостроения до пищевой промышленности. Здесь находится единственный в Беларуси крупный льнокомбинат, и район обеспечивает 7,7% промышленного производства области [1].

По уровню выбросов за 2021–2023 годы к среднеобластной категории отнесены Верхнедвинский, Шумилинский, Толочинский, Миорский, Лиозненский, Лепельский, Дубровенский, Докшицкий, Городокский и Глубокский районы. В Шумилинском районе зарегистрировано 1,2 тыс. тонн выбросов, во Верхнедвинском – 2,4 тыс. тонн; стандартное отклонение по этим данным составило 1,73 тыс. тонн.

К пониженной категории загрязнения относятся Бешенковичский, Браславский, Россонский, Сенненский, Ушачский и Шарковщинский районы. Уровень выбросов в них варьируется от 0,58 тыс. тонн (Россонский) до 1,06 тыс. тонн (Браславский). Поставский район продемонстрировал показатели на уровне 3,55 тыс. тонн за 2021–2023 гг., что соответствует повышенному уровню. Районы с высокими и очень высокими выбросами в этот период – Витебский, Оршанский, Чашникский и Полоцкий.

Сравнительный анализ за два временных интервала (2016–2020 гг. и 2021–2023 гг.)

показывает, что в 81% районов уровень выбросов оставался стабильным. Однако в течение всего периода наблюдений (2011–2023 гг.) в отдельных районах наблюдалась как тенденция к росту загрязнений, так и их сокращение, в ряде случаев – нестабильная динамика. Наибольший вклад в загрязнение воздуха продолжают вносить Полоцкий и Чашникский районы.

Снижение выбросов стало возможным благодаря внедрению современных технологических решений и очистных систем. В 2020 году в Витебской области было улавливаемо или обезврежено 46,3% выбрасываемых веществ от стационарных источников, а к 2022 году данный показатель достиг 60% [1]. В Витебске уровень улавливания составил 61,2%. Среди районов области лидером по данному показателю стал Полоцкий район (14,8 тыс. тонн в 2020 году), за ним следуют Глубокский (8,8 тыс. тонн) и Оршанский районы (5,6 тыс. тонн), что свидетельствует о наличии и работоспособности газоочистного оборудования.

Заключение

Результаты анализа динамики загрязнения атмосферного воздуха в Витебской области за три временных периода (2011–2015 гг., 2016–2020 гг., 2021–2023 гг.) показали, что стабильно высокие и очень высокие уровни выбросов загрязняющих веществ, превышающие среднеобластные значения, наблюдаются в Витебском, Оршанском, Полоцком и Чашникском районах. Указанные территории выделяются значительным промышленным потенциалом и наличием крупных производственных объектов, относящихся к различным секторам экономики. Около 29% районов демонстрируют уровни выбросов, близкие к среднеобластному показателю, тогда как только в 5% административных единиц зафиксирован пониженный уровень выбросов. В остальных районах прослеживается разноплановая динамика изменений – от увеличения до снижения объема поллютантов, поступающих в воздушную среду.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Витебской области 2023 / редкол.: Ю.И. Москалев [и др.]. - Витебск: Глав. статис. управление Вит.обл, 2023.-346 с.
2. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник / редкол.: И.В. Медведева [и др.]. - Минск: Нац.статис. комитет РБ, 2023. - Т. 1: Социально-экономические показатели 2023, – 688 с.
3. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник / редкол.: И.В. Медведева [и др.] - Минск: Нац.статис. комитет РБ, 2020. - Т. 2: Основные социально-экономические показатели городов и районов, 2020. - 584с.
4. Берлянд А.М. Геоиконика. – М: Лесар, 1996. – 208 с.
5. Москаленко О.П. Пространственно - временная информация на нозогеографических картах //Проблемы непрерывного географического образования и картографии: Сб. науч. тр. – Винница: Антекс-УЛТД, 2004. - Вып.4. – С.191-193.
6. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.minpriroda.gov.by/ru> (дата обращения 17.010.2024).
7. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник, 2017 / редкол.: И.В. Медведева [и др.]. - Минск: Нац. статис. комитет РБ, Гос. комитет по имуществу РБ, 2018. - 228с.
8. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник, 2021 / редкол.: И.В. Медведева [и др.]. - Минск: Нац. статис. комитет РБ, Гос. комитет по имуществу РБ, 2022. - 228с.
9. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник / редкол.: И.В. Медведева [и др.]. - Минск: Нац.статис. комитет РБ, 2017. - Т. 1: Социально-экономические показатели 2017, - 803с.
10. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник / редкол.: И.В. Медведева [и др.] - Минск: Нац.статис. комитет РБ, 2020 - Т. 2: Основные социально-экономические

показатели областей, городов и районов, 2020, - 582с.

11. Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник / редкол.: И.В. Медведева [и др.] - Минск: Нац.статис. комитет РБ, 2023 - Т. 2: Основные социально-экономические показатели областей, городов и районов, 2023, - 581с.

12. Ю.И. Москалев [и др.]. - Витебск: Глав. статис. управление Вит.обл, 2015. – 469с.

13. Галай Е.И. Пространственно-временная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха Гомельской области выбросами стационарных источников //Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV международного экологического симпозиума, Новополоцк, (ноябрь 2007 г.) в 3 т. – Новополоцк: ПГУ, 2007, т.1.- С. 18-22 .

14. Витебск-инфо.2023-2024. – Витебск: изд-во «ИВ-ИнфоВитебск», 2023.- 48с.

15. Глубокский район. Местный экологический план действий. - Минск: ТМ АРГО-ГРАФИКС, 2014. - 62с.

16. Полоцкий район. Местный экологический план действий. - Минск: ТМ АРГО-ГРАФИКС, 2014. - 48 с.

17. Чашницкий район. Местный экологический план действий. - Минск: ТМ АРГО-ГРАФИКС, 2014.- 50с.

References

1. Statisticheskij ezhegodnik Vitebskoj oblasti 2023 / redkol.: YU.I. Moskaev [i dr.]. - Vitebsk: Glav. statis. upravlenie Vit.obl, 2023.-346 s.

2. Regiony Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac.statist. komitet RB, 2023. - Т. 1: Social'no-ekonomicheskie pokazateli, 2023, – 688 s.

3. Regiony Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac.statist. komitet RB, 2020. - Т. 2: Osnovnye social'no-ekonomicheskie pokazateli gorodov i rajonov, 2020, - 584s.

4. Berlyand A.M. Geoikonika. – M: Lesar, 1996. – 208 s.

5. Moskalenko O.P. Prostranstvenno - vremennaya informaciya na nozogeograficheskikh kartah //Problemy nepreryvnogo geograficheskogo obrazovaniya i kartografii: Sb. nauch. tr. – Vinnica: Anteks-ULTD, 2004. - Vyp.4. – S.191-193.

6. Ministerstvo prirodnih resursov i ohrany okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus'. Oficial'nyj sajt [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://www.minpriroda.gov.by/ru> (data obrashcheniya17.010.2024).

7. Ohrana okruzhayushchej sredy v Respublike Belarus'. Statisticheskij sbornik, 2017 / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac. statist. komitet RB, Gos. komitet po imushchestvu RB, 2018. - 228s.

8. Ohrana okruzhayushchej sredy v Respublike Belarus'. Statisticheskij sbornik, 2021 / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac. statist. komitet RB, Gos. komitet po imushchestvu RB, 2022. - 228s.

9. Regiony Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac.statist. komitet RB, 2017. - Т. 1: Social'no-ekonomicheskie pokazateli, 2017, - 803s.

10. Regiony Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac.statist. komitet RB, 2020 - Т. 2: Osnovnye social'no-ekonomicheskie pokazateli oblastej, gorodov i rajonov, 2020, - 582s.

11. Regiony Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik / redkol.: I.V. Medvedeva [i dr.]. - Minsk: Nac.statist. komitet RB, 2023 - Т. 2: Osnovnye social'no-ekonomicheskie pokazateli oblastej, gorodov i rajonov, 2023, - 581s.

12. YU.I. Moskaev [i dr.]. - Vitebsk: Glav. statis. upravlenie Vit.obl, 2015. – 469s.

13. Galaj E.I. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' zagryazneniya atmosfernogo vozduha Gomel'skoj oblasti vybrosami stacionarnyh istochnikov //Regional'nye problemy ekologii: puti resheniya: materialy IV mezhdunarodnogo ekologicheskogo simpoziuma, Novopolock, (noyabr' 2007 g.) v 3 t. – Novopolock: PGU, 2007, т.1.- S. 18-22.

14. Vitebsk-info.2023-2024. – Vitebsk: izd-vo «IV-InfoVitebsk», 2023.- 48s.

15. Glubokskij rajon. Mestnyj ekologicheskij plan dejstvij. - Minsk: TM ARGO-GRAFIKS, 2014. - 62s.

16. Polockij rajon. Mestnyj ekologicheskij plan dejstvij. - Minsk: TM ARGO-GRAFIKS, 2014. - 48 s.

17. Шашницкий район. Местный экологический план действий. - Минск: TM ARGO- GRAFIKS, 2014.- 50s.

ВИТЕБСК ОБЛЫСЫНДАҒЫ СТАЦИОНАРЛЫҚ КӨЗДЕРДЕН ШЫҒАРЫЛАТЫН ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫНЫҢ ҮРДІСТЕРІ

ГАЛАЙ Е.И.¹ , КАБИЕВ Е.С.^{2*} 

Галай Елена Ивановна¹ – География ғылымдарының кандидаты, географиялық экология кафедрасы, география және геоинформатика факультеті, Беларусь мемлекеттік университеті, Минск қ., Беларусь Республикасы,

E-mail: e_galai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

*Кабиев Ерлан Сырымұлы² – Философия докторы (PhD), География және туризм кафедрасы, жаратылыстану факультеті, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ., Қазақстан

E-mail: yerlanustaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4600-6550>

Аңдатпа. Мақалада Витебск облысының әкімшілік аудандарындағы атмосфералық ауаның ластануын тудыратын ластаушы заттардың кеңістіктік-уақыттық динамикасы 2011–2023 жылдар аралығында жан-жақты талданған. Зерттеу барысында заманауи қазіргі картографиялық әдістер мен еоакпараттық технологиялар және салыстырмалы-географиялық тәсілдер қолданылып, стационарлық көздерден тарайтын ластану деңгейі бойынша аудандар ортаоблыстық көрсеткіштермен салыстырылып, жіктелді. Талдау нәтижесінде көптеген аудандарда көмірсутектердің шығарындылары басым екені анықталды, ал кейбірінде көміртек оксиді, күкірт ангидрид және қатты бөлшектердің үлесі жоғары. Ластаушы заттардың құрылымындағы айырмашылықтар мен негізгі поллютанттардың үлестік өзгерістері динамикасы көрсетілді. Мысалы, SO₂ мөлшерінің азаюы байқалса, НМЛОС пен СО үлесінің артуы тіркелді. Сонымен қатар, ондағы ластану деңгейі тұрақты сақталған және жеке компоненттер бойынша оң немесе теріс үрдіс байқалған аумақтар айқындалды. Витебск облысында стационарлық көздердің үлесі республика бойынша орташа деңгейден едәуір жоғары екені анықталып, бұл жағдай қосымша экологиялық және басқарушылық шараларды қабылдауды қажет ететіні көрсетілді. Алынған нәтижелер нақты аймақтардағы ластану түрі, көлемі мен құрылымына қарай бағытталған экологиялық саясат пен табиғатты қорғау шараларын тиімді әрі ғылыми негізде жоспарлауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: атмосфералық ауа, шығарындылар, стационарлық көздер, ластаушы заттар, әкімшілік аудандар, ластану деңгейі, шығарындылар динамикасы, поллютанттар.

TENDENCES OF POLLUTANT EMISSIONS STATIONARY SOURCES OF VITEBSK REGION

GALAY E.I.¹ , KABIEV Y.S.^{2*} 

Galai Elena Ivanovna¹ – Candidate of geographical sciences, department of geographical ecology, faculty of geography and geoinformatics, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

E-mail: e_galai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

*Kabiev Yerlan Syrymovich² – Doctor of philosophy (PhD), department of geography and tourism, faculty of natural sciences, K. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: yerlanustaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4600-6550>

Abstract. The article analyzes the spatial and temporal dynamics of atmospheric air pollution caused by emissions from stationary sources in the administrative districts of the Vitebsk region over the period from 2011 to 2023. The study employed cartographic methods, geoinformation technologies, and comparative-geographical approaches to classify districts based on pollution levels relative to the regional average. It was found that in many districts, hydrocarbon emissions are predominant, while in some areas carbon monoxide, sulfur dioxide, or particulate matter prevails. Significant differences in the composition of pollutants were identified, along with a dynamic shift in the proportion of key pollutants - such as a reduction in sulfur dioxide (SO₂) and an increase in non-methane volatile organic compounds (NMVOCs) and carbon monoxide (CO). The share of emissions from stationary sources in the Vitebsk region was found to be considerably higher than the national average in Belarus, indicating the need for enhanced environmental monitoring and regulatory measures.

Key words. ambient air, emissions, stationary sources, pollutants, administrative districts, pollution level, emission dynamics, pollutants.