

УДК 504.5 (476)+551.5 (476)

## Эмиссия загрязняющих веществ в атмосферный воздух Могилёвской области

### Елена Галай

к. геогр. н., доцент кафедры географической экологии  
Белорусский государственный университет, ул. Ленинградская, 16,  
г. Минск, 220030, Беларусь  
e-mail: E\_Galai@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

### Анастасия Савостьянова

специалист по работе с корпоративными клиентами  
ООО «Топ-Тур», ул. Якуба Коласа, 40, г. Минск, 220013, Беларусь  
e-mail: toptour@toptour.by; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7105>

**Целью настоящей статьи** является освещение и анализ динамики валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Могилёвской области.

**Основной материал.** В статье даётся краткий обзор исследований белорусских учёных в области геоэкологических условий атмосферного воздуха. В статье рассматривается накопление загрязняющих веществ в воздухе Могилёвской области из различных источников. Мобильные источники (64,1% в 2015 году) в основном ответственны за загрязнение воздуха в регионе. В 2015 году в сравнении с 2010 годом произошло снижение выбросов загрязняющих веществ в результате функционирования транспорта. Источниками загрязняющих веществ, накапливающихся в воздухе, являются выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания, картерные газы и испарения топлива из топливных систем. Автомобили доминируют в структуре транспортных средств (85,3% в 2015 году).

В статье рассмотрена динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Большинство загрязняющих веществ в воздухе - из-за технологических процессов. В структуре выбросов этих источников преобладают углеводороды и диоксид серы. Предприятия химической промышленности (Могилёвское химическое волокно, Могилёвский завод искусственного волокна и др.) являются источниками загрязнения воздуха.

В структуре загрязняющих веществ Могилёвской области преобладают вещества 4-го и 3-го классов опасности. Вещества 1-го и 2-го классов опасности незначительны.

**Выводы.** В результате проведённых исследований установлено неравномерное территориальное распределение плотности выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух Могилёвской области. Костюковичский и Кричевский районы характеризуются высоким уровнем плотности выбросов взвешенных веществ, окиси углерода, диоксида серы в атмосферный воздух от стационарных источников. Чериковский район характеризуется низким уровнем выбросов угарного газа, диоксида серы, оксида азота на единицу площади. 71,4% административных районов Могилёвской области характеризуются средним уровнем плотности выбросов окиси углерода от стационарных источников по отношению к среднему областному уровню, 14,3% районов - более низким уровнем, 4,8% - низким уровнем и 9,5% - высоким уровнем. Целесообразно совершенствовать технологию производства, оснащать предприятия новыми газоочистными сооружениями с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

**Ключевые слова:** загрязнение воздуха, стационарные источники, мобильные источники, плотность выбросов.

Олена Галай, Анастасія Савостьянова

### ЕМІСІЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ МОГИЛЬОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Метою цієї статті** є висвітлення та аналіз динаміки валових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Могильовської області.

**Основний матеріал.** У статті дається стислий огляд досліджень білоруських учених щодо геоекологічних умов атмосферного повітря. У статті розглядається накопичення забруднюючих речовин у повітрі Могильовської області з різних джерел. Мобільні джерела (64,1% в 2015 році) в основному відповідальні за забруднення повітря у регіоні. У 2015 році у порівнянні з 2010 роком відбулося зниження викидів забруднюючих речовин в результаті функціонування транспорту. Джерелами забруднюючих речовин, що накопичуються у повітрі, є вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання, картерні гази і випаровування палива з паливних систем. Автомобілі домінують у структурі транспортних засобів (85,3% у 2015 році).

У статті розглянуто динаміку викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел. Більшість забруднюючих речовин у повітрі – через технологічні процеси. У структурі викидів цих джерел переважають вуглеводні і діоксид

сірки. Підприємства хімічної промисловості (Могильовське хімічне волокно, Могильовський завод штучного волокна та ін.) є джерелами забруднення повітря.

У структурі забруднюючих речовин Могильовської області переважають речовини 4-го і 3-го класів небезпеки. Речовини 1-го і 2-го класів небезпеки незначні.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень встановлено нерівномірний територіальний розподіл щільності викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря Могильовської області. Костюковицький і Кричевський райони характеризуються високим рівнем щільності викидів зважених речовин, окису вуглецю, діоксиду сірки в атмосферне повітря від стаціонарних джерел. Чериковський район характеризується низьким рівнем викидів чадного газу, діоксиду сірки, окису азоту на одиницю площі. 71,4% адміністративних районів Могильовської області характеризуються середнім рівнем щільності викидів окису вуглецю від стаціонарних джерел по відношенню до середнього обласного рівня, 14,3% районів - більш низьким рівнем, 4,8% - низьким рівнем і 9,5% - високим рівнем. Доцільно вдосконалювати технологію виробництва, оснащувати підприємства новими газоочисними спорудами з метою зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

**Ключові слова:** забруднення повітря, стаціонарні джерела, мобільні джерела, щільність викидів.

Elena Galai, Anastasia Savostianova

## POLLUTANT EMISSION IN THE AIR OF MOGILEV REGION

**The purpose of this article** is to highlight and analysis of trends in total emissions of polluting substances in atmospheric air of Mogilev region.

**The main material.** A brief overview of Belarusian scientists' research in the field of geoeological conditions of atmospheric air is given in the article. The article deals with pollutants accumulation in the air of Mogilev region from various sources. Mobile sources (64.1% in 2015) are mainly responsible for air pollution in the region. In 2015 in comparison with 2010 there was a decrease in pollutant emissions as a result of transport functioning. Sources of pollutants accumulating in the air are exhaust gases from internal combustion engines, crankcase gases and fuel evaporation from fuel systems. Automobiles dominate in the structure of vehicles (85.3% in 2015).

The article considers dynamics of pollutant emissions from stationary sources. The majority of pollutants are found in the air because of technological processes. Hydrocarbons and sulfur dioxide prevail in the structure of emissions of these sources. Chemical industry enterprises (Mogilev chemical fiber, Mogilev artificial fiber plant, etc.) are the sources of air pollution.

Substances of the 4th and 3d danger classes predominate in the structure of pollutants in Mogilev region. Substances of the 1st and 2nd danger classes are insignificant.

**Conclusions.** As a result of the conducted research uneven territorial distribution of emission density of the main pollutants in the air of Mogilev region has been established. Kostjukovich and Krichevsk districts are characterized by high level of emission density of suspended substances, carbon monoxide, sulfur dioxide in the air from stationary sources. Cherikov district is characterized by a low level of carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxide emissions per unit area. 71.4% of the administrative districts of Mogilev region are characterized by an average density level of carbon monoxide emissions from stationary sources in relation to the average regional level, 14.3% of districts by lower level, 4.8% by low level and 9.5% by high level. It is advisable to improve the production technology, to equip enterprises with new gas cleaning facilities in order to reduce the anthropogenic load on the environment.

**Keywords:** air pollution, stationary sources, mobile sources, emission density.

**Вступление.** Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представляет сложную задачу. Это обусловлено наличием организованных и неорганизованных стационарных, а также мобильных источников, разнообразием загрязняющих веществ, их взаимодействием друг с другом. Значительную роль в загрязнении воздушной среды играет поступление загрязнителей с трансграничным и региональным переносом, что сказывается на экологическом состоянии природных компонентов [3]. Качество воздуха влияет на образование озоновых дыр, на парниковый эффект, выпадение кислотных дождей, экологическое состояние растений и на здоровье человека. Развитие промышленности, сельского хозяйства, транспорта в Могилёвской области обуславливает значительный уровень загрязнения атмосферного воздуха.

**Исходные предпосылки.** Качество атмосферного воздуха определяется сочетанием многих факторов: первичного поступления загрязняю-

щих веществ от различных источников, вторичной эмиссией загрязняющих веществ, фотохимических преобразований в атмосфере [3].

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» проводит мониторинг атмосферного воздуха в 19 промышленных городах Республики Беларусь, в которых проживает 87% населения крупных и средних городов республики.

ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» (лаборатория трансграничного загрязнения) изучает загрязнение атмосферного воздуха и окружающей среды в региональном и трансграничном контексте, исследует изменения климата и их последствия в климатозависимых отраслях экономики. РУП «БелНИЦ «Экология» занимается ведением государственного кадастра атмосферного воздуха Республики Беларусь, который состоит из следующих шести

блоков: інформаційно-справочний; кліматическа характеристика і якість атмосферного повітря; вибросы забруднюючих речовин; звітність по Конвенції о трансграничному забрудненні повітря на більші відстані; розрахунково-аналітичний блок; картографічний блок [2].

Проблему забруднення атмосферного повітря досліджують багато учених. С.В. Какарека, Т.В. Кухарчик, О.Ю. Круковская оцінюють і прогнозують надходження оксидів азоту в атмосферний повітря, розробляють відповідні заходи по зменшенню вибросов [5]. С.В. Какарека, А.В. Мальчихина і др. досліджують особливості територіальної структури і прогноз валових вибросов аміаку, стійких органічних забруднювачів в атмосферу [4, 6]. Оцінкою емісії вуглецю в атмосферний повітря від лісних пожег, з виробничих підприємств займаються В.В. Усеня, Е.Н. Каткова [12]. Н.Н. Бамбалов і В.А. Ракович вивчають баланс вуглекислого газу в лісах, болотах, озерах з сапропелевими відкладеннями [9]. Для оцінки стану атмосферного повітря використовуються методики, викладені в технічних нормативно-правових актах Республіки Білорусь.

**Цілью статті** являється освітлення і аналіз динаміки валових вибросов забруднюючих речовин в атмосферний повітря Могилівської області, в т. ч. на одиницю площі.

**Изложение основного материала.** Для дослідження стану атмосферного повітря області були використані дані Національного статистичного комітету Республіки Білорусь [11], фондові матеріали Могилівського обласного комітету природних ресурсів і охорони навколишнього середовища, літературні джерела [1-12].

Основним методом вивчення просторово-часової змінливості вибросов забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, в т. ч. на одиницю площі, - картографічний [1, 7]. Для періоду досліджень (2010-2014 гг.) визначали щільність вибросов важких речовин, оксиду вуглецю, діоксида сірки, оксиду азоту і їх середньорічні показники для двадцяти одного адміністративного району і середньорічну щільність по області. Райони ранжували по вказанному показнику по відношенню до середньобласного рівня.

Джерелами забруднення атмосферного повітря Могилівської області являються стаціонарні і мобільні. В структурі вибросов забруднюючих речовин по видах джерел переобладали мобільні (від 62,2 до 64,3%). Вклад стаціонарних джерел змінювався від 35,7 до 37,8% (рис.). Динаміка вибросов різних джерел Могилівської області характеризується змінливістю. З 2011 по 2013 г. спостерігалося збільшення вибросов забруднювачів в атмосферний повітря промисловими підприємствами і транспортом, в наступному році відбулося їх скорочення на 15,8 тис. т.

По даним Могилівського обласного комітету природних ресурсів і охорони навколишнього середовища, в структурі валових вибросов забруднюючих речовин в атмосферу від різних джерел в 2015 г. переобладали оксид вуглецю (46,8%), вуглеводороди і неметанові летучі органічні сполуки (НМОС, 28,4%), оксид азоту (15,3%), тверді речовини (6%) і др. Велика частина вибросов в атмосферу оксиду вуглецю обумовлена роботою мобільних джерел. З функціонуванням стаціонарних джерел зв'язано

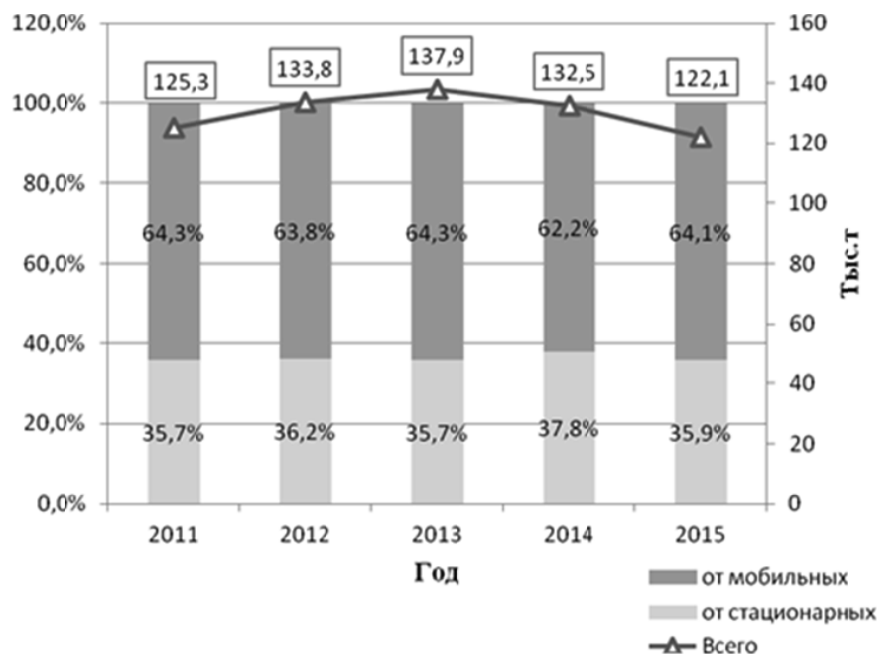


Рис. Структура вибросов забруднюючих речовин в атмосферний повітря Могилівської області по видах джерел, в % за 2011-2015 гг. [8]

заны выбросы в атмосферу в основном диоксида серы, твёрдых веществ.

Транспортные средства выбрасывают различное количество загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В 2015 г. Могилёвская область отличалась минимальным показателем выбросов от указанных источников по сравнению с другими областями (78,3 тыс. т). С 2013 по 2015 г. отмечена отрицательная динамика выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников в области. Автомобильный транспорт выбрасывает в атмосферный воздух, по разным оценкам, от 200 до 300 загрязняющих веществ, в т. ч. оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, тяжёлые металлы, твёрдые частицы, свинец и др. В структуре выбросов транспорта преобладает оксид углерода. Источниками поступления загрязняющих веществ в воздух являются отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания, картерные газы (для автомобилей с карбюраторным двигателем), испарение топлива с топливной системы.

Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу в составе отработавших газов, зависит от следующих факторов: соотношения в смеси воздуха и топлива, режимов движения автотранспорта и его технического состояния, рельефа и качества дорог и др. Например, при ускорении и торможении в отработавших газах увеличивается содержание оксида углерода почти в 8 раз. Выброс загрязняющих веществ с отработавшими газами в значительной степени определяется состоянием автомобиля: полностью исправные машины меньше расходуют топлива, и, следовательно, меньше загрязняют воздух.

На объём выбросов в атмосферный воздух влияет количество транспортных средств и их технические характеристики. По данным Министерства внутренних дел Республики Беларусь, общее количество автомобильного транспорта в области в 2015 г. составило 358 932 шт. В структуре транспортных средств в 2015 г. преобладали легковые автомобили – 85,3% (или 306 246 шт.), грузовые автомобили – 12,9% (46 382 шт.), автобусы – 1,8% (6 304 шт.).

Важным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух является промышленность, энергетика и сельское хозяйство. По данным статистической отчётности о выбросах загрязняющих веществ и диоксида углерода в атмосферный воздух от стационарных источников, общий объём выбросов от источников в 2015 г. в Могилёвской области составил 43,8 тыс. т, в том числе от технологических процессов – 80,1%, от сжигания топлива – 19% и от использования и обезвреживания отходов – 0,9% [13].

С 2011 по 2014 г. наблюдалась тенденция к увеличению выбросов загрязнителей в воздух от стационарных источников, при этом максимальное их количество отмечено в 2014 г. (50,1 тыс. т) [10, 11]. Выбросы загрязняющих веществ в 2015 г. представлены жидкими и газообразными веществами – 90,6%, на долю твёрдых частиц пришлось 9,4% [11].

В структуре выбросов стационарных источников области преобладают углеводороды (40%) и диоксид серы (18%), что является следствием функционирования предприятий обрабатывающей промышленности, в основном нефтехимической и химической. Наименьшее количество выбросов в 2015 г. пришлось на диоксид серы, оксид азота, на прочие вещества (тяжёлые металлы, органические кислоты и т. д.).

В 2015 г. по сравнению с 2010 г. увеличились выбросы углеводородов от стационарных источников Могилёвской области на 44%, НМЛОС – на 40%. С 2010 по 2015 г. уменьшались выбросы твёрдых частиц и прочих загрязняющих веществ (в 1,5 и 2,5 раза в 2015 г. по сравнению с 2010 г. (табл.1). Неоднозначно происходило изменение выбросов оксида углерода, диоксида азота, диоксида серы в атмосферный воздух.

В результате функционирования предприятий нефтепереработки и нефтехимии в атмосферный воздух поступают углеводороды. Основными источниками выбросов углеводородов в атмосферу являются технологические установки (негерметичность технологического оборудования, при аварийных ситуациях и др.); резервуарные накопители; системы оборотного

Таблица 1

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Могилёвской области по отдельным ингредиентам, тыс. т [11]**

Загрязняющие вещества	Объём выбросов, тыс. т, по годам					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Твёрдые частицы	6,5	5,8	5,8	5,7	5,5	4,1
Диоксид серы	1,9	1,3	1,9	1,3	1,9	1,3
Оксид углерода	7,8	7,7	8,3	7,8	8,2	6,6
Диоксид азота	8,7	8,5	9,5	10,4	10,5	8,0
Углеводороды	11,9	11,7	14,6	14,8	16,6	17,2
НМЛОС	2,8	4,8	4,5	4,4	3,9	3,9
Прочие	4,9	5,0	3,8	3,8	3,5	2,0

водоснабження (испарение углеводородов в нефтеотделителях и градирнях); очистные сооружения (испарения с открытых поверхностей нефтеловушек, прудов-отстойников и др.).

Поступление оксидов азота в атмосферный воздух от технологических процессов связано со стационарным сжиганием топлива (котлов, турбин, в т. ч. печей обжига клинкера, стекловаренных печей); а также с производством продукции на основе соединений азота [5].

Основной вклад в выбросы твёрдых частиц вносит промышленность строительных материалов, машиностроение и металлообработка, нефтехимическая и химическая, топливная и деревообрабатывающая промышленность [3].

В промышленном комплексе основными источниками выбросов диоксида серы являются электроэнергетика, топливная и обрабатывающая промышленность, в первую очередь вследствие сжигания топлива, при переработке нефти и от технологических процессов в нефтехимии [3]. Поступление диоксида углерода в атмосферный воздух Могилёвской области происходит в результате сжигания котельно-печного топлива. Если раньше в структуре котельно-печного топлива доминировали мазут, уголь и прочие продукты их переработки, то в настоящее время преобладает природный газ.

По данным Могилёвского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, выбросы загрязняющих веществ в области принадлежат к 4 классам опасности, а также к не установленным классам опасности. Загрязняющие вещества 4 и 3 класса опасности (малоопасные и умеренно опасные) занимают наибольшую долю в структуре выбросов (соответственно 78,0% и 19,2%). К ним относятся углеводороды, пыль, органические кислоты, аммиак, метан и другие. На загрязняющие вещества 1 и 2 класса опасности (чрезвычайно опасные, высокоопасные) приходится наименьшая доля – 1,68% и 1,06%. К ним относятся тяжёлые металлы, озон, фтороводород, формальдегиды, бензапирен и прочие [13].

Однако распределение выбросов загрязняющих веществ по территории Могилёвской области характеризуется значительной неоднородностью. Наибольшими объёмами выбросов от стационарных источников среди районов в 2014 г. характеризуются Кричевский (7,6 тыс. т) [11]. В структуре выбросов преобладает диоксид углерода (57,4%), оксид углерода (15,5%), диоксид серы (12%), твёрдые вещества (11,5%).

Количество выбросов от стационарных источников в Костюковичском районе в 2014 г. составило 6,3 тыс. т, из них 42,8% пришлось на выбросы диоксида азота, 27,8% - на выбросы оксида углерода, 14,6% - на выбросы твёрдых веществ [11]. На долю данных районов приходится около 30% промыш-

ленных выбросов Могилёвской области, что объясняется наличием крупных промышленных предприятий. Минимальным количеством выбросов в воздушную среду области отличается Хотимский район (157,2 т), что обусловлено отсутствием крупных промышленных производств. В структуре выбросов преобладают оксид углерода (39,5%) и твёрдые частицы (23%) [11].

К экологическим показателям, характеризующим состояние атмосферного воздуха Могилёвской области, относится также плотность выбросов загрязняющих веществ. Плотность выбросов определялась по четырём приоритетным ингредиентам (взвешенным веществам, оксиду углерода, диоксиду серы, оксиду азота) за 5 лет. Административные районы области ранжировались по этому показателю по отношению к среднеобластному уровню на пять групп, с учётом рассчитанного стандартного отклонения ( $\text{т/км}^2$ ): для взвешенных частиц – 0,2; оксида углерода – 0,23; для диоксида серы – 0,08; оксида азота – 1,16. По среднему значению выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников за 5 лет лидерами являются крупнейшие промышленные города области - Могилёв и Бобруйск, где данный показатель составляет более 5 тыс. т [11]. Поэтому для объективной оценки состояния атмосферного воздуха в Могилёвском и Бобруйском районах исключают выбросы в данных городах из расчётов.

Плотность выбросов зависит от объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и площади территории. По площади административные территории разделяются на три группы: с площадью меньше  $1265,4 \text{ км}^2$  – Дрибинский, Краснопольский, Кричевский, Круглянский, Хотимский, Чериковский; с площадью больше  $1764,4 \text{ км}^2$  – Быховский, Могилёвский, Осиповичский, Кличевский; с площадью  $1265,4 - 1764,3 \text{ км}^2$  – все остальные административные районы. Минимальной площадью отличается Дрибинский район, максимальной площадью – Быховский район.

В результате проведённых исследований установлено, что высокий уровень поступления взвешенных веществ на единицу площади наблюдается в двух районах: Костюковичском и Кричевском ( $0,64; 0,94 \text{ т/км}^2$ ) (табл.2). Объём выбросов загрязнителей значителен и составляет 925,5 т в 2014 г. в Костюковичском районе и 872,5 т в Кричевском районе [11]. В районах функционируют крупные промышленные предприятия строительной и нефтехимической отраслей: «Кричевцементношифер», «Кричевский завод железобетонных изделий», «Белорусский цементный завод» и филиал Белшины «Завод резиновых изделий». К районам с пониженной плотностью выбросов взвешенных частиц относятся шесть районов: Бобруйский, Кличевский, Краснопольский, Славгородский, Хотимский и Чаусский. Остальные районы относятся к среднеоб-

ластному уровню загрязнения. Промышленные предприятия Краснопольского района выбросили в воздух в 2014 г. 51 т, а в Хотимском районе – 36,4 т твёрдых веществ [11].

Высокий уровень поступления оксида углерода в атмосферный воздух от стационарных источников на единицу площади наблюдается в Кричевском и Костюковичском районах (табл.2). В результате функционирования предприятий в этих районах в воздушную среду поступило соответственно 1176,1 т и 1762,4 т загрязнителя [11]. Пониженная загрязнённость оксидом углерода характерна для трёх районов Могилёвской области: Чаусского, Кличевского и Краснопольского. Данные районы отличаются большой площадью территории и небольшими выбросами этого загрязнителя. К районам с низкой плотностью выбросов оксида углерода относится Чериковский район, т. к. его поступление является одним из самых низких на относительно крупной территории. Среднеобластной уровень загрязнения оксидом углерода характерен для остальных 15 районов области.

К районам с высокой плотностью загрязнения диоксидом серы относятся Костюковичский и Кричевский районы. Для Краснопольского, Бобруйского, Осиповичского и Чериковского районов характерен низкий уровень поступления данного вещества на единицу площади. У остальных районов наблюдается среднеобластной уровень загрязнения атмосферного воздуха данным веществом. Стационарные источники выбрасывали от 1,1 т диоксида серы в Краснопольском районе и 2,8 т в Чериковском районе до 906,5 т в Кричевском и 308,0 т в Костюковичском районах [11].

Кричевский район характеризуется высокой плотностью выбросов оксида азота в воздух (5,4 т/км<sup>2</sup>). Повышенный уровень выбросов оксида азота на единицу площади наблюдается только в Костюковичском районе. Осиповичский район отличается пониженной плотностью выбросов данного ингредиента – 0,22 т/км<sup>2</sup>. Низкая плотность выбросов оксида азота в Могилёвской области характерна для остальных 18 районов (табл.2).

Таблица 2

**Среднее значение плотности выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Могилёвской области за 2010- 2014 гг.**

Административный район	Плотность выбросов, т/км <sup>2</sup>			
	Взвешенных веществ	Оксида углерода	Диоксида серы	Оксида азота
Белыничский	0,09	0,08	0,009	0,012
Бобруйский	0,06	0,12	0,004	0,010
Быховский	0,13	0,13	0,065	0,031
Глусский	0,12	0,11	0,010	0,014
Горецкий	0,18	0,12	0,024	0,030
Дрибинский	0,13	0,19	0,028	0,014
Кировский	0,14	0,10	0,008	0,030
Климовичский	0,12	0,11	0,007	0,032
Кличевский	0,06	0,05	0,005	0,023
Костюковичский	0,64	0,99	0,105	0,927
Краснопольский	0,04	0,05	0,002	0,006
Кричевский	0,94	0,76	0,367	5,440
Круглянский	0,13	0,14	0,009	0,017
Могилёвский	0,13	0,24	0,008	0,046
Мстиславский	0,14	0,08	0,007	0,022
Осиповичский	0,13	0,20	0,017	0,216
Славгородский	0,07	0,14	0,007	0,009
Хотимский	0,05	0,08	0,010	0,014
Чаусский	0,04	0,06	0,005	0,019
Чериковский	0,10	0,04	0,003	0,005
Шкловский	0,17	0,12	0,011	0,055

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. произошло сокращение выбросов на промышленных предприятиях, что, возможно, обусловлено переходом большинства объектов промышленности и энергетики на природный газ, проведением комплекса воздухоохраных мероприятий и другими причинами.

При изучении учебной дисциплины «Экологический менеджмент и аудит в промышленности» студентам предлагается определить плотность выбросов или количество выбросов различных загрязняющих веществ на душу населения районов области или Республики Беларусь. По методике [1] обучаемые ранжируют районы по уровню плотности выбросов по отношению к среднеобластному уровню. Результаты ранжирования анализируются и отображаются на соответствующих картах.

**Выводы.** За пятилетний период выявлена тенденция динамики загрязнения воздуха выбросами

стационарных источников административных районов Могилёвской области. Для большинства административных районов установлено неоднозначное изменение количества выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями в атмосферный воздух, в т. ч. и на единицу площади. Высоким уровнем плотности выбросов взвешенных веществ, оксида углерода, диоксида серы в атмосферный воздух от стационарных источников характеризуются Костюковичский и Кричевский районы. Чериковский район отличается низким уровнем выбросов оксида углерода, диоксида серы, оксида азота в атмосферу на единицу площади. Для снижения загрязнения воздуха целесообразно совершенствовать технологию производства, оснащать предприятия новыми газоочистными сооружениями и устройствами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Галай Е.И. Пространственно-временная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха Гомельской области выбросами стационарных источников / Е.И. Галай // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV международ. эколог. симпозиума, Новополоцк, 21-23 нояб. 2007 г. В 3-х т.; отв. за вып. В.К. Липский. – Новополоцк: Полоцкий гос. ун-т, 2007. – Т. 1. – С. 18-22.
2. Глазачева Г.И. Государственный кадастр атмосферного воздуха: структура и порядок ведения / Г.И. Глазачева, Т.И. Масловская // Экологический вестник. – 2012. – № 3 (21). – С. 70-77.
3. Какарека С.В. Управление качеством воздушной среды и целевые показатели содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе / С.В. Какарека // Природопользование. – 2008. – Вып.14. – С. 5-10.
4. Какарека С.В. Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование / С.В. Какарека, А.В. Мальчихина. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 253 с.
5. Какарека С.В. Интегральная оценка поступления оксидов азота в атмосферный воздух, разработка прогноза выбросов и мероприятий по снижению выбросов и минимизации ущерба / С.В. Какарека, О.Ю. Круковская, Т.И. Кухарчик // Природные ресурсы и окружающая среда: сб. науч. матер. / под ред. И.И. Лиштвана. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 57-60.
6. Кухарчик Т.И. Оценка запасов стойких органических загрязнителей, дополнительно включенных в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ / Т.И. Кухарчик, С.В. Какарека, М.И. Козыренко // Природные ресурсы и окружающая среда: сб. науч. матер. / под ред. И.И. Лиштвана. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 170-173.
7. Москаленко О.П. Пространственно-временная информация на нозогеографических картах / О.П. Москаленко // Проблемы непрерывного географического образования и картографии. – 2004. – Вып. 4. – С.191-193.
8. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2014: Стат. сб. - Минск, 2015. – 255 с.
9. Ракович В.А. Поглощение диоксида углерода растительными сообществами / В.А. Ракович, Н.Н. Бамбалов // Природопользование. – 2009. – Вып. 15. – С. 122-127.
10. Состояние природной среды Беларуси: экологические бюллетени, 2006-2015 гг. / под общей ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2006-2015 гг.
11. Статистический ежегодник Могилёвской области, 2015 г. / под ред. В.В. Берестова. – Могилев, 2015. – 459 с.
12. Усеня В.В. Оценка эмиссии углерода от лесных пожаров на территории Республики Беларусь / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова // Природные ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 5-10.
13. Могилёвский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://mogilevprroda.gov.by/>

#### REFERENCES:

1. Galaj, E.I. (2007). Prostranstvenno-vremennaja izmenchivost' zagrjaznenija atmosfernogo vozduha Gomel'skoj oblasti vybrosami stacionarnyh istochnikov [Spatio-temporal variability of air pollution in Gomel region by stationary sources]. Regional'nye problemy jekologii: puti reshenija [Regional ecological problems: ways of solution]. Materialy IV mezhdunarod. jekolog. simpoziuma [Materials of the IV International Ecological Symposium]. Novopolotsk: Polockij gos. un-t, 1, 18-22.
2. Glazacheva, G.I., Maslovskaja, T.I. (2012) Gosudarstvennyj kadastr atmosfernogo vozduha: struktura i porjadok vedenija [State cadastre of atmospheric air: structure and way of conducting]. Ecological Bulletin, 3 (21), 70-77.
3. Kakareka, S.V. (2008). Upravlenie kachestvom vozdušnonoj sredy i celevye pokazateli soderzhanija zagrjaznjajushhij veshhestv v atmosfernom vozduhe [Management of air quality and target levels of pollutants in atmospheric air]. Nature Management, 14, 5-10.
4. Kakareka, S.V., Mal'chihina, A.V. (2016). Ammiak v atmosfernom vozduhe: istochniki postuplenija, urovni soderzhanija, regulirovanie [Ammonia in atmospheric air: sources of supply, content levels, regulation]. Minsk: Belaruskaja navuka, 253.
5. Kakareka, S.V., Krukovskaja, O. Ju., Kuharchik, T.I. (2016)/ Integral'naja ocenka postuplenija oksidov azota v atmosfernyj vozduh, razrabotka prognoza vybrosov i meroprijatij po snizheniju vybrosov i minimizacii ushherba [Integral assessment of nitrogen oxide

emission into the air, development of emission forecasts and measures to reduce them and minimize damage]. Prirodnye resursy i okruzhajushhaja sreda: sb. nauch. mater. pod red. I.I. Lishtvana [Natural Resources and Environment: Collection of Scientific Papers. Lishtvan, I.I., ed.]. Minsk: Belaruskaja navuka, 57-60.

6. Kuharchik, T.I., Kakareka, S.V., Kozyrenko, M.I. (2016). Ocenka zapasov stojkih organicheskikh zagryaznitelej, dopolnitel'no vkljuchennyh v Stokgol'mskuju konvenciju o SOZ [Estimation of persistent organic pollutants supply additionally included in Stockholm Convention on POPs]. Prirodnye resursy i okruzhajushhaja sreda: sb. nauch. mater. pod red. I.I. Lishtvana [Natural Resources and Environment: Collection of Scientific Papers. Lishtvan, I.I., ed.]. Minsk: Belaruskaja navuka, 170-173.

7. Moskalenko, O.P. (2004). Prostranstvenno-vremennaja informacija na nozogeograficheskikh kartah [Spatio-temporal information on new nozogeographical maps]. The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography, 4, 191-193.

8. Ohrana okruzhajushhej sredy v Respublike Belarus'. Stat. sb. (2014) [Environmental protection in the Republic of Belarus. Stat. Collection (2014)]. Minsk, 255.

9. Rakovich, V.A., Bambalov, N.N. (2009). Pogloshhenie dioksida ugleroda rastitel'nymi soobshhestvami [Absorption of carbon dioxide by plant communities]. Nature Management, 15, 122-127.

10. Sostojanie prirodnoj sredy Belarusi: jekologicheskie bjulleteni pod red. V.F. Loginova (2006-2015). [Environmental Conditions of Belarus: Ecological Bulletins. Loginov, V.F., ed. (2006-2015)]. Minsk.

11. Statisticheskij ezhegodnik Mogil'jovskoj oblasti pod red. V.V. Berestova (2015) [Statistic yearbook of Mogilev region. Berestov, V.V., ed. (2015). Mogilev, 459.

12. Usenja, V.V., Katkova, E.N. (2003). Ocenka jemissii ugleroda ot lesnyh pozharov na territorii Respubliki Belarus' [Assessment of carbon emissions from forest fires on the territory of the Republic of Belarus]. Natural Resources, 3, 5-10.

13. Mogil'jovskij oblastnoj komitet prirodnyh resursov i ohrany okruzhajushhej sredy [Mogilev oblast committee of natural resources and environment protection]. Available at: <http://mogilevpriroda.gov.by/>

---

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Galai Elena Ivanovna** – Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor of the Department of Geographical Ecology. The Faculty of Geography. Belarusian State University (Minsk); e-mail: [E\\_Galai@mail.ru](mailto:E_Galai@mail.ru); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

**Savostianova Anastasia Valeryevna** – Specialist in working with corporate clients of LLC «Top-Tour» (Minsk); e-mail: [toptour@toptour.by](mailto:toptour@toptour.by); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7105>

**Галай Олена Іванівна** – кандидат географічних наук, доцент кафедри географічної екології географічного факультету Білоруського державного університету (м. Мінськ); e-mail: [E\\_Galai@mail.ru](mailto:E_Galai@mail.ru); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7153-9036>

**Савостьянова Анастасія Валеріївна** – фахівець з роботи з корпоративними клієнтами ТОВ «Топ-Тур» (м. Мінськ); e-mail: [toptour@toptour.by](mailto:toptour@toptour.by); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7105>

*Надійшла до редколегії 20.03.2019 р.*