

Таким образом, в настоящее время целесообразно проводить картографирования видового состава и экологического состояния растительности городских территорий с применением картографических информационных продуктов, поскольку сбор и обработка информации получает существенные преимущества в контексте возможной аналитики и дальнейшего сбора и обработки. Перспективы подобной работы очевидны, так как смогут вывести на принципиально новый, более высокий уровень профессиональную деятельность служб, ответственных за сохранение и развитие системы озеленения городских территорий.

#### Список использованных источников

1. Захарова, М.Е. Применение геоинформационных программных продуктов для организации учебных полевых практик по географическим дисциплинам//Профессиональные коммуникации в научной среде – фактор обеспечения качества исследований: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Альметьевск. – М.: Издательство «Перо», 2018. С. 31–36. [Электронное издание].

2. Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов»//Электронный ресурс: Режим доступа: <http://www.mas.by/uploads/documents/Methodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniju-Pravila-provedenija-ozelenenija-naselennykh-punktov.pdf>, свободный.

УДК 504.3.064-034

С.В. Какарека, доц., д-р геогр. наук; О.Ю. Круковская, канд. геогр. наук;  
А.В. Мальчихина, канд. геогр. наук

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

### ОТЧЕТНОСТЬ О ВЫБРОСАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В РАМКАХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО КОНВЕНЦИИ О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ: МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Одним из обязательств Сторон Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния является предоставление отчетности о выбросах в соответствии с установленными требованиями. В настоящее время Стороны Конвенции при подготовке и предоставлении этой документации используются Руководящие принципы оценки и представления данных о выбросах [1], которые разработаны Целевой группой по кадастрам и прогнозам выбросов ЕМЕП и утверждены Руководящим органом ЕМЕП и Исполнительным органом Конвенции. Последнее обновление Руководящих принципов было утверждено на тридцать второй сессии Исполнительного органа Конвенции в 2013 г.

Отчетность о выбросах включает ежегодную отчетность и отчетность на четырехгодичной основе. В рамках ежегодной отчетности Стороны, согласно ратифицированным ими и вступившими для них в силу протоколам, предоставляют данные о национальных выбросах и деятельности в разрезе секторов требуемого уровня агрегации за год на два года предшествующий году предоставления отчетности. Также Сторонам настоятельно рекомендуется представлять ежегодно Информационный доклад о кадастрах (ИДК) с обязательными разделами по установленному перечню.

На четырехгодичной основе (начиная с 2015 г.) Сторонам рекомендуется предоставлять прогнозы выбросов на 2020, 2025 и 2030 годы и, при наличии информации, также на 2040 и 2050 годы. Данные о прогнозах выбросов и количественную информацию, лежащую в их основе, также следует предоставлять в соответствии с требуемым уровнем агрегации и формой. Начиная с 2017 г. с периодичностью 1 раз в 4 года необходимо предоставлять пространственно распределенные данные о выбросах. Эти данные включают агрегированные

показатели о секторальных выбросах в разбивке по ячейкам сетки разрешением 0,1 градуса и о выбросах из крупных точечных источников.

Отчетность о выбросах следует готовить и предоставлять с соблюдением принципов прозрачности, последовательности, сопоставимости, полноты и точности [1].

В соответствии с вышеизложенными требованиями в рамках задания 2.1.8 ГНТП «Природопользование и экологические риски» Подпрограмма II «Устойчивое использование природных ресурсов и охрана окружающей среды» были подготовлены и предоставлены национальные валовые выбросы и выбросы по категориям источников (НПО) следующих загрязняющих веществ: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, НМЛОС, СО, NH<sub>3</sub>, тяжелых металлов (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) и СОЗ (диоксины/фураны, ПХБ, ГХБ, ПАУ (бенз(а)пирена, бензо(б)флюорантена, бензо(к)флюорантена, индено(1,2,3-сд)пирена и их суммы)), твердым частицам (ВЧ, ВЧ10, ВЧ2,5 и ЧУ) за 2015–2017 гг., а также данные о деятельности в основных секторах и Информационные доклады о кадастрах.

Подготовка национальных данных о выбросах выполнялась в несколько этапов:

- сбор, обработка и анализ статистических данных о выбросах загрязняющих веществ;
- сбор, преобразование и анализ данных производственной статистики (потребление топлива, объем производства продукции, количество автотранспорта и пр.) для расчета выбросов;
- оценка выбросов;
- формирование результирующих отчетных таблиц по установленной форме.

Методологической основой подготовки инвентаризации выбросов загрязняющих веществ является Руководство ЕМЕП/ЕЕА [2].

При подготовке отчетности о выбросах загрязняющих веществ оценка выбросов выполняется в разрезе секторов и веществ. Методы, используемые при инвентаризации выбросов для отдельных веществ и категорий источников, в рамках национальной отчетности принято разделять на 3 уровня детализации. Обобщенные методы (уровень детализации 1) используются для оценки наименее крупных секторов на основании валовых макропоказателей, таких как суммарное потребление топлива определенного вида, численность населения, количество использованных или произведенных продуктов. При более детальном рассмотрении учитываются региональные особенности и используемые технологические процессы (уровень детализации 2). На наиболее детализированном уровне учитывается спецификация оборудования, установленные системы пылегазоочистки и другие параметры. Оценка с помощью методологии третьего уровня детализации предполагает использование измерений и детальных моделей на уровне отдельных предприятий и суммирование полученных оценок в рамках отдельного сектора.

Необходимый уровень детализации используемой методологии определяется приоритетностью сектора в качестве источника выбросов, т.н. отнесением к «ключевым категориям» для отдельных веществ. Ключевыми категориями принято считать сектора, суммарно обеспечивающие 80% валовых выбросов для отдельных веществ. Как правило, для каждого вещества, ключевым являются 5–6 секторов. Для тяжелых металлов и СОЗ характерно наличие меньшего количества ключевых секторов (2–3), для твердых частиц их число обычно 6–10.

При оценке выбросов используются как расчетные формулы метода удельных показателей, так и специальные модели (обычно соответствуют наивысшему уровню детализации).

Метод удельных показателей для отдельного вещества  $i$  и сектора  $j$  предполагает расчет выбросов  $E_{i,j}$  по уравнению:

$$E_{i,j} = EF_{i,j} \cdot A_j,$$

где  $EF_{i,j}$  – удельный показатель (обобщенный или учитывающий технологические особенности) для вещества  $i$  и сектора  $j$ ;  $A_j$  – данные об активности в секторе  $j$ .

К специальным методам, используемым для подготовки отчетности о выбросах в Беларуси, относятся модель оценки выбросов от автомобильного транспорта COPERT, модель расчета выбросов аммиака от сельскохозяйственных источников.

Выбросы аммиака от сельского хозяйства оцениваются с использованием детальной методологии, учитывающей не только вид животных, но и метод их содержания. При этом выбросы аммиака оцениваются на различных стадиях «управления» навозом: содержание животных, хранение навоза, внесение навоза на поля в качестве удобрений, выпас животных. Такая методика позволяет более точно оценить выбросы аммиака, к тому же начиная с 2016 г. необходимо представлять данные о выбросах аммиака от внесения навоза на поля и прочих процессах управления навозом отдельно [1].

В качестве исходной информации для расчета выбросов использованы производственно-статистические данные о деятельности: количество сожженного топлива, израсходованного сырья, произведенной продукции и т. д. Основными источниками информации явились издания и отчеты Национального статистического комитета Республики Беларусь. Также использованы материалы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, РУП «БелНИЦ «Экология», МЧС, а также других организаций и ведомств, получаемые по запросу.

Несмотря на постоянное обновление Руководства ЕМЕП, в нем по-прежнему сохраняется достаточно много пробелов. В первую очередь отсутствует учет технологической специфики стран ВЕКЦА (например, из последних версий Руководства исключена такая категория источников как вагранки), отсутствуют векторы удельных показателей выбросов. Использование методологии, изложенной в Руководстве, осложняется несоответствием классификаторов. В частности, требуется перераспределение данных о деятельности из национального классификатора ОКЭД в классификатор источников выбросов НПО Руководства.

**Результаты инвентаризации выбросов загрязняющих веществ. Основные загрязняющие вещества.** Согласно выполненной оценке, в 2017 г. в атмосферный воздух поступило 381,2 тыс. т оксида углерода, 143,4 тыс. т оксидов азота и 48,3 тыс. т диоксида серы. Выбросы данных загрязняющих веществ обусловлены в первую очередь процессами сжигания топлива. К основным источникам выбросов оксида углерода и оксидов азота относятся мобильные источники, вклад которых в 2017 г. был более 40%. Причем если для оксида углерода он приходится в основном на дорожный транспорт, то для оксидов азота доля дорожного и внедорожного транспорта сопоставима (рисунок 1). Также значительным источником выбросов данных загрязняющих веществ выступает стационарное сжигание топлива: для оксида углерода 37 % выбросов обусловлено сжиганием топлива в жилом секторе, для оксидов азота около 17 % от сжигания топлива в энергетике. Основным источником диоксида серы являются процессы нефтепереработки (37%) и сжигания топлива при производстве нефти (25%), а также энергетика (10%). За последние три года наблюдается снижение выбросов основных загрязняющих веществ, так объем поступления оксидов азота снизился на 1,4%, оксида серы – 15,4%.

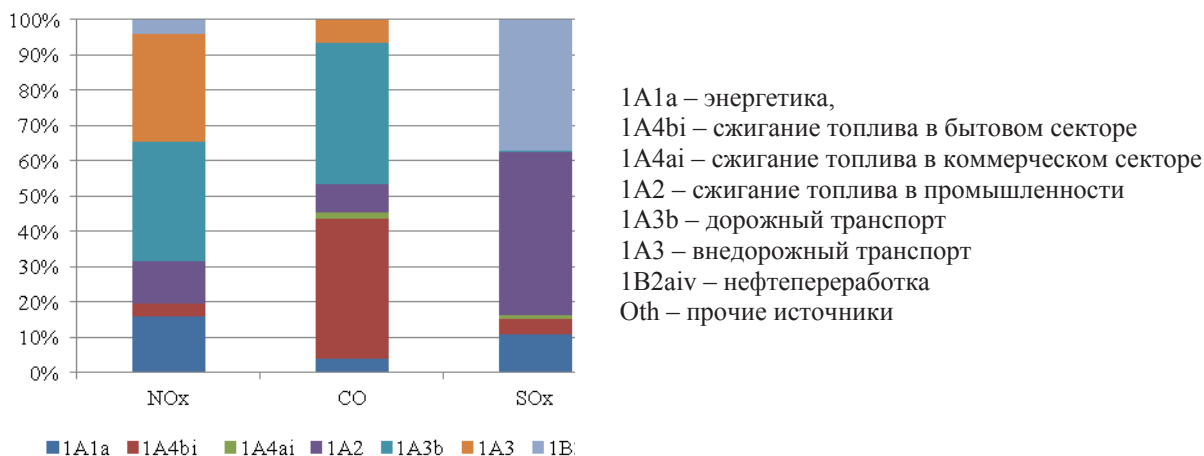
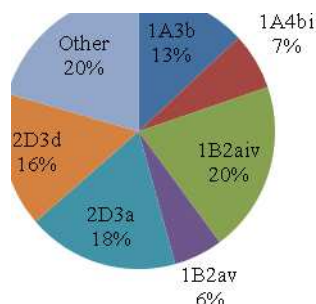


Рисунок 1 – Структура выбросов основных загрязняющих веществ

*НМЛОС.* Согласно выполненной оценке выбросы НМЛОС в 2017 г. составили 143,3 тыс. т. к. основным источникам поступления летучих органических соединений относятся – нефтепереработка (20 % от валовых выбросов), бытовое использование растворителей (18 %), нанесение различных покрытий в промышленности (16%), передвижные источники (13%) (рис. 2).



1A3b – передвижные источники,  
 1A4bi – сжигание топлива в бытовом секторе  
 1B2aiv – нефтепереработка  
 1B2av – распределение нефтепродуктов  
 2D3a – бытовое использование растворителей  
 2D3d – нанесение покрытий в промышленности  
 Oth – прочие источники

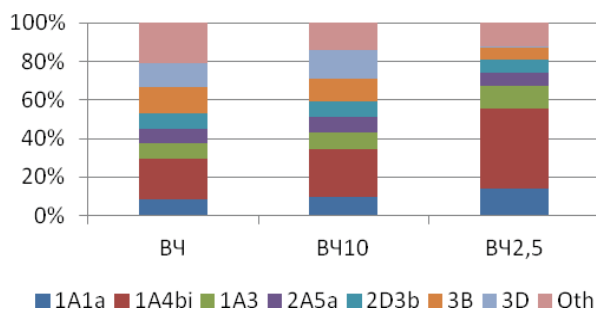
**Рисунок 2 – Структура выбросов НМЛОС в 2017 г.**

*Аммиак.* Оценка выбросов с помощью методологии ЕМЕП позволила существенно дополнить статистические данные о выбросах, в которых не учитываются выбросы от небольших сельскохозяйственных предприятий и домашних хозяйств, на которых содержится более 50% поголовья КРС [3]. Так, согласно данным Национального статистического комитета, выбросы аммиака на территории Беларуси составили 27,3 тыс. т, в то время как по расчетам 137,8 тыс. т. Основным источником поступления аммиака, согласно полученным данным, является сельское хозяйство: 52 % выбросов данного загрязняющего вещества поступает от процессов, связанных с животноводческими отходами, половина из них обусловлена внесением навоза в качестве удобрения на поля, оставшаяся часть – содержанием животных и хранением навоза. В отличие от основных загрязняющих веществ выбросы аммиака с 2015 г. выросли на 13,4 %.

*ВЧ.* По данным статистического учета, в 2017 г. в атмосферный воздух было выброшено 50,7 тыс. т взвешенных частиц и 0,4 тыс. т черного углерода (ЧУ). В настоящее время в официальных данных национальной статистики нет оценок выбросов ВЧ10 и ВЧ2,5, статистикой не учитываются такие важные источники поступления ВЧ как сжигание топлива в бытовом секторе, сжигание отходов, лесные пожары, невыхлопные выбросы от передвижных источников.

Ежегодно в ЕЭК ООН представляются данные о выбросах ВЧ с учетом дисперсного состава: ВЧ, ВЧ10 и ВЧ2,5. Начиная с 2017 г. предоставляются также оценки выбросов черного углерода.

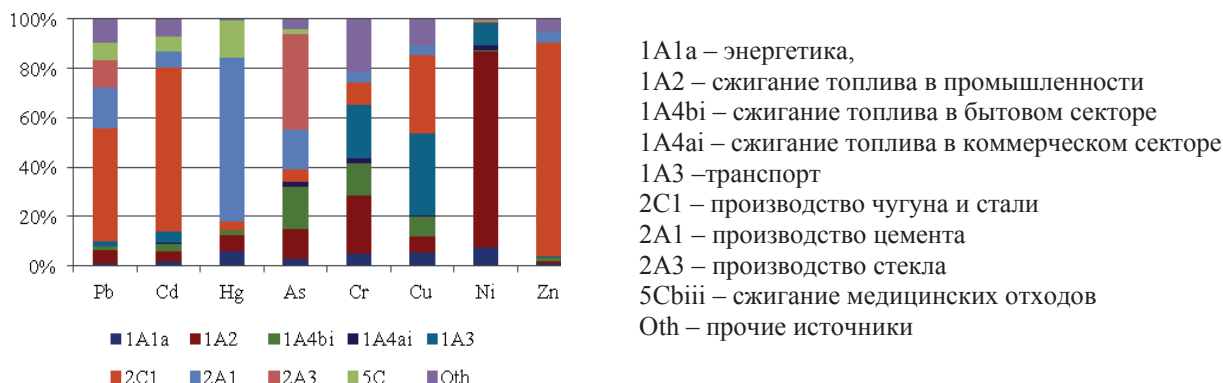
Согласно результатам оценки по методологии Руководства ЕМЕП/ЕЕА, в 2017 г. в Беларуси было выброшено суммарно 75,0 тыс. т взвешенных частиц, в том числе 59,2 т ВЧ10 и 34,8 т ВЧ2,5, а также 4,1 тыс. т ЧУ. Основным источником выбросов взвешенных частиц является сжигание топлива в бытовом секторе, от которого в 2017 г. в атмосферный воздух поступило 24 % ВЧ, 27 % ВЧ10, 44 % ВЧ2,5 и 36 % ЧУ. Значительным источником выбросов ВЧ (всех фракций кроме ВЧ2,5 и ЧУ) является сельское хозяйство (рисунок 3). Так как ЧУ поступает в окружающую среду в результате сжигания топлива, то транспорт, работающий на дизельном топливе также относится к ключевым источникам данного загрязняющего вещества.



1A1a – энергетика,  
 1A4bi – сжигание топлива в бытовом секторе  
 1A3 – передвижные источники  
 2A5a – добыча полезных ископаемых  
 3B – животноводство  
 3D – растениеводство  
 2D3b – покрытие дорог асфальтом  
 Oth – прочие источники

**Рисунок 3 – Структура выбросов ВЧ с учетом дисперсного состава в 2017 г.**

**Тяжелые металлы.** Выполненная оценка показала, что суммарное поступление тяжелых металлов в атмосферный воздух в 2017 г. в Беларуси оценивается в 102,3 т, включая 70,5 т цинка, 18,7 т никеля, 8,0 т свинца и 3,1 т меди. Промышленность является основным источником поступления тяжелых металлов в атмосферный воздух. Ряд металлов поступает в окружающую среду от процессов сжигания топлива в промышленности (мышьяк, хром, никель), ряд от технологических процессов при производстве цемента (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк), стекла (свинец, мышьяк), чугуна и стали (свинец, кадмий, мышьяк, хром, медь и цинк). Также к значительным источникам поступления тяжелых металлов относится сжигание топлива в бытовом секторе (мышьяк, медь и хром), в энергетике (ртуть, медь и никель). Около 25 % меди и 17 % хрома поступает от дорожного транспорта и 15% ртути от сжигания отходов (рисунок 4).



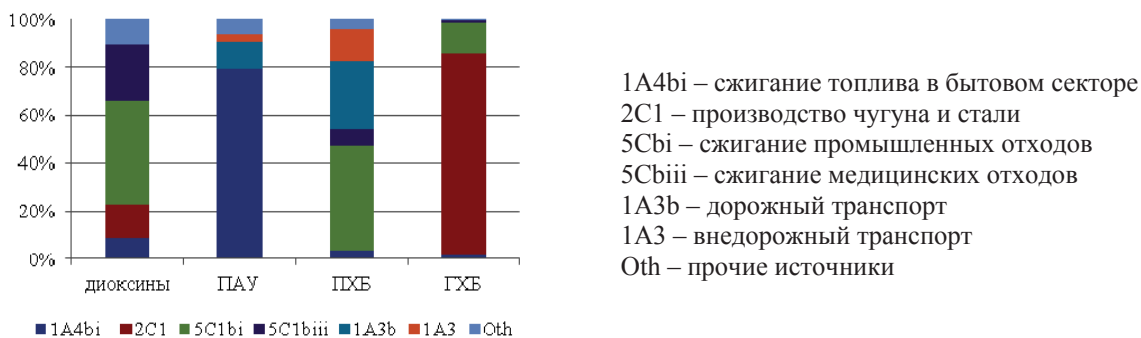
**Рисунок 4 – Структура выбросов тяжелых металлов в 2017 г.**

**СОЗ.** В 2017 г. суммарное поступление диоксинов/фуранов в атмосферный воздух в Беларуси оценивается в 42,7 г ЭТ. Основными источниками выбросов диоксинов/фуранов является сжигание отходов, производство чугуна и стали и стационарное сжигание топлива в бытовом секторе. Доля процессов сжигания промышленных отходов в валовых выбросах данных СОЗ составляет 43 %, на медицинские отходы приходится 23 %.

Суммарное поступление в атмосферный воздух четырех рассматриваемых ПАУ в 2017 г. составило 28,0 т, включая 6,7 т бензо(а)пирена. Основной источник поступления ПАУ в атмосферу – категория «Стационарное сжигание топлива в жилом секторе» (около 80 % валовых выбросов). Также к значительным источникам поступления ПАУ в атмосферу относится транспорт (11%).

По результатам оценки для основных категорий источников выбросы ПХБ в Беларуси в 2017 г. составили 9,1 кг, ГХБ – 1,4 кг. Также как и для диоксинов/фуранов основным источником поступления ГХБ в атмосферу выступают процессы сжигания отходов (59%). К ключевым категориям также относятся передвижные источники, доля которых может достигать 30 % от валовых выбросов.

Основные источники выбросов ПХБ относятся к категории «Производство чугуна и стали», их общий вклад в валовые выбросы в 2017 г. оценивается в 96% (рис. 5).



**Рисунок 5 – Структура выбросов СОЗ в 2017 г.**



Таким образом, в соответствии с заданием выполнен анализ и обработка производственно-статистической информации для подготовки национальных данных о выбросах загрязняющих веществ за 2015–2017 гг., подготовлены национальные данные о выбросах загрязняющих веществ за 2015–2017 гг. в необходимом формате для представления в ЕЭК ООН. Полученные оценки, совместно с оценками других стран, полученными с использованием единой методологической основы, используются для моделирования переноса загрязняющих веществ, атмосферных осадений и воздействия на окружающую среду и здоровье.

#### Список использованных источников

1. Руководящие принципы оценки и представления данных о выбросах, подготовленные Целевой группой по кадастрам и прогнозам выбросов и секретариатом. Экономический и социальный Совет. Европейская экономическая комиссия, 2013. ECE/EB.AIR/125. – 19 с.
2. Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов ЕМЕП/ЕЕА, 2013.
3. Какарека, С.В Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование / С.В. Какарека, А.В. Мальчихина. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 253 с.

УДК 502.3:621.311.23

Д.В. Мелех, И.П. Наркевич  
РУП «Бел НИЦ «Экология»

### РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Республика Беларусь, являясь странной с переходной экономикой наряду с развитыми странами, входит в Приложении I к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) [1], что означает принятие на себя конкретных обязательств:

- проведение национальной политики и принятие соответствующих мер по смягчению последствий изменения климата путем ограничения своих антропогенных выбросов парниковых газов и защиты и повышения качества своих поглотителей и накопителей парниковых газов;
- представление на периодической основе подробной информации о своей политике и мерах, сказанных выше, а также о прогнозируемых в связи с ними антропогенных выбросах из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом [2].

Учитывая, что конечная цель РКИК ООН (и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон) заключается в том, чтобы добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему для расширения юридических обязательств по сокращению выбросов был принят Киотский протокол (КП), который стал первым глобальным соглашением об охране окружающей среды [3], основанным на рыночном механизме регулирования – механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов.

Однако, для того чтобы Республика Беларусь преуспела на международном рынке углеродных единиц в качестве продавца, были значительные международно-правовые препятствия. Согласно статье 17 КП, обязательное условие для проведения углеродных сделок это признание установленного количества выбросов для Республики Беларусь, закрепленного в международном климатическом соглашении и внесенного в приложение В к Киотскому протоколу поправкой, принятой в Найроби 17 ноября 2006 г. Эту поправку не ратифицировало необходимое количество сторон, а значит, она не имела юридической силы.