

АНАЛИЗ ВЫПАДЕНИЙ И ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дорохова Ю.В., Крюковская Т.В.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Республика Беларусь

Несмотря на складывающиеся тенденции улучшения экологической обстановки, связанной с качеством атмосферного воздуха, мониторинг этого компонента окружающей среды выступает одним из приоритетов как национальной системы мониторинга, так и программ широкого международного сотрудничества. Причина тому критически значимый характер проявленности средообразующих свойств, в силу которого имеет место высокий потенциал хронических (непрерывных) экспозиций по отношению к вредным примесям, а также особые динамические параметры атмосферы, обуславливающие многообразие факторов, определяющих состояние атмосферного воздуха на конкретной территории в определенный момент времени. Таким образом, получение объективной информации об уровнях содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является сложной аналитической задачей, требующей непрерывного развития подходов к ее решению, постоянного развития инструментария.

В данной работе на основе данных моделирования дальнего переноса тяжелых металлов (с использованием последней версии модели GLEMOS) в регионе ЕМЕП (совместная программа наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе) [1] осуществлен анализ выпадений тяжелых металлов свинца, кадмия и ртути для территории Республики Беларусь. Рассмотрены следующие показатели: суммарные (сухие и влажные) выпадения на горизонтальную поверхность, средние за год концентрации в атмосферном воздухе для 2019 года.

Для территории Республики Беларусь характерны суммарные (сухие и влажные) выпадения свинца на уровне $0,2-0,3 \text{ кг/км}^2$ в год. Наличие фактора трансграничного переноса обуславливает слабо выраженный градиент показателя выпадений свинца в направлении с юго-запада на северо-восток (тенденция роста). Эмиссия из местных источников обуславливает соответствующие зоны (имеют точечный характер) заметно более высоких уровней показателя в юго-западной, южной, центральной и северной частях республики – отмечаются на уровне от $0,3$ до $0,5 \text{ кг/км}^2$ в год. Наиболее значимые уровни суммарного показателя выпадений наблюдаются на границе с Польшей и Литвой, а также точно – в центральной части республики, где достигают уровней $0,8 \text{ кг/км}^2$ в год. Согласно данным ЕМЕП [2] вклад источников эмиссии свинца за пределами Республики Беларусь в общий уровень антропогенных выпадений металла для республики составляет $92,4 \%$, на национальные источники эмиссии приходится $7,6 \%$ от общего количества выпадений. Вклад в общий объем выпадений свинца антропогенного происхождения распределяется между источниками за пределами Республики Беларусь следующим образом: Польша – $38,4 \%$, Украина – $22,1 \%$, Германия, Россия – по $4,6 \%$, Италия и Болгария – по $2,5 \%$, остальные страны в совокупности – $17,8 \%$. Обращает внимание, что непосредственно на территории наиболее значимого с точки зрения национальных выпадений эмитента (Польша) уровни суммарных выпадений свинца превышают 2 кг/км^2 в год. Вышеуказанное находит отражение в уровнях свинца, фиксируемых в атмосферном воздухе. Для территории Республики Беларусь наблюдается градиент уменьшения концентраций в пространственном разрезе – с юго-запада на северо-восток. Среднегодовые концентрации свинца в воздухе варьируют от $0,3$ до 2 нг/м^3 , точно (юго-запад и центр республики) достигая 4 нг/м^3 . Вместе с тем указанные уровни целиком согласуются с действующим нормативом среднегодовых предельно допустимых концентраций свинца в атмосферном воздухе ($\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$), установленным на уровне $0,1 \text{ мкг/м}^3$.

В сравнении со свинцом суммарные выпадения кадмия на территории Республики Беларусь незначительны – колеблются в пределах 5-15 г/км², зонально (юг страны) и точечно (запад страны) наблюдаясь на уровнях до 30 г/км². Зональная особенность ассоциируется с картографически выраженной очаговой эмиссией кадмия за пределами южных границ республики с характерными для нее суммарными выпадениями кадмия свыше 100 г/км². Уровни выпадений кадмия коррелируют с уровнями его среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе рассматриваемой территории – находятся в диапазоне от 0,03 до 0,05 нг/м³, зонально (юго-запад и юго-восток республики) достигая уровней 0,05-0,1 нг/м³. Имеет место точечное повышение среднегодовых концентраций (центральная часть республики), ассоциируемое с местными источниками эмиссии. Однако приведенные уровни концентраций кадмия соответствуют действующим нормативом ПДК_{с.г.} (0,3 мкг/м³) и не вызывают беспокойства в санитарно-гигиеническом аспекте состояния атмосферного воздуха.

На сопоставимом по отношению к выпадениям кадмия уровне находятся и суммарные выпадения ртути. На территорию Республики Беларусь приходится 10-13 г/км² суммарных выпадений в год, зонально (на юге страны) эта отметка достигает 13-17 г/км². Дальний атмосферный перенос обуславливает следующий вклад различных территорий в общий объем выпадений ртути антропогенного происхождения: Украина – 40,4 %, Польша – 22,3 %, Германия – 5,8 %, Россия – 4,6 %, Республика Беларусь – 3,9 %, на иные страны приходится 23 % выпадений. Что касается присутствия ртути в атмосферном воздухе Республики Беларусь, то для большей части территории среднегодовые оценки концентрации ртути колеблются в пределах 1,5-1,6 нг/м³, север республики характеризуется более низкими значениями в диапазоне от 1,45 до 1,50 нг/м³, на юге республики отмечено зональное повышение рассматриваемых величин до 1,7 нг/м³. Указанное, как и в случае с кадмием, ассоциируется с наличием выраженной эмиссии за пределами южных границ страны и ее трансграничным переносом. Вместе с тем, отмеченное не приводит к значимым относительно нормативных величин (ПДК_{с.г.} составляет 0,06 мкг/м³) уровням.

Суммируя вышесказанное, результаты анализа данных программы ЕМЕП за 2019 год свидетельствуют о выраженности фактора трансграничного атмосферного переноса для территории Республики Беларусь. Данный фактор обуславливает отчетливый зональный характер пространственного распределения показателей суммарных выпадений и среднегодовых концентраций тяжелых металлов (свинец, кадмий) для территории Республики Беларусь. Менее выраженный характер указанное имеет место по отношению к ртути, суммарные выпадения которой имеют относительно распределенный площадной характер (можно вести речь о наличии регионального фона), что обусловлено физико-химическими свойствами ртути и ее длительным периодом жизни в атмосфере. Согласно оценкам объемных характеристик выпадений тяжелых металлов наиболее значимым с точки зрения экспозиций на подстилающую поверхность в пределах территории Республики Беларусь выступает свинец, суммарные выпадения свинца значительно превышают таковые со стороны иных тяжелых металлов.

Список использованных источников

1 Data of HMs and POPs for the EMEP region // Meteorological Synthesizing Centre-East (MSC-E). — Mode of access: <https://msceast.org/index.php/pollution-assessment/emep-domain-menu/data-hm-pop-menu> – Date of access: 12.01.2022.

2 Heavy metals and POPs: Pollution assessment of toxic substances on regional and global scales. Part I. Supplementary materials for heavy metals / Meteorological Synthesizing Centre – East, 2021. – Mode of access: https://en.msceast.org/reports/1_2021_datrep.pdf . – Date of access: 19.01.2022.