МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ

Чертко Н. К.

Белорусский государственный университет, г. Минск

Современные научные исследования направлены на выявление закономерностей по поступлению пыли и загрязняющих веществ в атмосферу, воды, в почвы [1, 2, 3, 4]. Отсутствуют публикации по атмосферным выпадениям на агроландшафты, природные и городские ландшафты. Редкие публикации встречаются по выпадению пыли и минерального остатка с атмосферными осадками [5, 6]. Приводимые результаты авторами весьма существенно отличаются между собой. Допускается различный подход к расчетам атмосферных выпадений. Поэтому выпадения исчисляются авторами от нескольких тонн на километр квадратный [6] до десятков и сотен тысяч тонн на километр квадратный [5].

По современным научным представлениям, схема самоочищения атмосферы осадками и выпадение их на ландшафтную поверхность в глобальном и региональном масштабе определяется многими причинами. В каждый определенный момент времени количество воды, содержащейся в атмосферном воздухе и в реках Земного шара примерно одинаково. Более половины тепловой энергии, получаемой поверхностью океана, превращает в пар ежегодно такое количество воды, которое почти в два раза превышает суммарную массу всех озер мира и может покрыть планету слоем воды в 1 м. Считается, что годовое количество осадков на земном шаре составляет в среднем 1000 мм. При глобальном фоновом уровне суммы загрязняющих веществ в осадках 3 мг/дм^3 ежегодно на каждый квадратный километр поверхности Земли поступает 3 т различных веществ. В городах и промышленных центрах с высоким уровнем выбросов в атмосферу с осадками может выпадать до 500 т/км^2 в год.

Химический состав атмосферных осадков отражает уровни круговорота веществ в природе: глобальный, региональный, локальный. Пределы изменений суммы ионов в осадках колеблются от 0,34 до 500 мг/дм^3 . В хорошо промытой атмосфере сумма ионов должна отражать в основном состав облакообразующих частиц. В качестве глобального фона минерализации осадков принимается интервал $1\text{--}3 \text{ мг/дм}^3$. Чаще всего на Европейскую территорию России выпадает не более 1 т/км^2 в месяц различных веществ, в теплый сезон – $2,0\text{--}2,5 \text{ т/км}^2$ в месяц, во всех городах России – $10\text{--}20 \text{ т}$ и более.

Признаками качественной оценки экологического состояния ландшафтов можно считать общую минерализацию осадков в мг/дм^3 (или т/км^2 в год) и повторяемость выпадения осадков с минерализацией меньше 15 мг/дм^3 . По территории Российской Федерации в 2007 году выпало веществ с осадками из атмосферы примерно в 3 раза больше ($4,4 \text{ т/км}^2$ в год), чем поступило в атмосферу с антропогенными выбросами ($1,2 \text{ т/км}^2$ в год) [6].

Приведенные данные по Российской Федерации соответствуют данным по минеральному остатку в осадках Беларуси.

Выпадение пыли в природные ландшафты из атмосферы в дни без осадков в научной литературе практически отсутствуют. Этот пробел восстанавливается проведенными нами наблюдениями в течение двух лет: в 2011 г. исследовалось выпадение пыли на агроландшафты [7] и в 2012 г. – выпадение пыли на природные ландшафты.

Современные природные ландшафты Белорусского Полесья освоены не равномерно, наибольшие площади ими заняты в южной части Полесья, где местами достигают площади более 60 %. Они представлены лесами, лугами и болотами и удалены от населенных пунктов. Промышленно развитых центров мало, поэтому степень загрязнения под воздействием техногенеза через атмосферу незначительная, даже с учетом космической пыли. Более сложная ситуация складывается с минеральным остатком, выпадающим с осадками, в связи с чем нами была разработана специальная методика по выявлению выпадения пыли и минерального остатка с осадками для природных ландшафтов.

Прежде всего, требовалось разграничить количество дней с осадками в год наблюдения и количество дней без осадков, рассчитать для них отдельно сумму по выпавшей пыли и минерального остатка в осадках. Карты составлялись исходя из следующих особенностей в пределах исследуемого региона.

Метеостанций по учету минерального остатка в Белорусском Полесье мало (Гомель, Мозырь, Жлобин, Пинск, Брест, Пружаны) [8] и они не совпадают с нашими точками наблюдения за выпадающей пылью (Брест, Малорита, Кобрин, Детковичи, Телеханы, Ивацевичи, Пинск, Пружаны, Лунинец, Любань, Светлогорск, Жлобин, Буда-Кошелево, Гомель), поэтому для выявления суммарного выпадения пыли и минерального остатка для природных ландшафтов Белорусского Полесья требовалось составление самостоятельных карт:

– по учету суммарной пыли за год в точках отбора и последующем проведении изолиний [9];

– по учету суммарного минерального остатка за год, выпавшего с атмосферными осадками с последующим проведением изолиний.

– итоговая карта составленная путем наложения двух предыдущих карт (пыль + минеральный остаток).

При расчетах учитывалось среднее количество дней с осадками в году (170) для минерального остатка и количество дней без осадков (195) для пыли. В научной литературе по осадкам в Беларуси для расчета принимаются следующие соображения: 10 мм выпавших осадков соответствует 10 л/м² площади, в российской научной литературе это количество осадков соответствует также 10 л/м² [6]. Проведенные нами эксперименты и расчеты также показали, что 10 мм выпавших атмосферных осадков соответствуют 10 л/м². В дальнейших расчетах по осадкам мы использовали эти расчеты.

Экспозиция по учету пыли проводилась в солнечную погоду при слабом ветре чаще после дождя в течение суток. Исключалось попадание почвенной пыли на экспозиционный лист шероховатой бумаги размером 20 × 20 см. После взвешивания листа до и после экспозиции вычислялось количество пыли на квадратный километр. Величины осажженной пыли практически везде были одинаковы и составляли 0,1 г на лист площадью 400 см². На один метр квадратный приходится в 25 раз больше, на квадратный километр в 1 000 000 раз больше.

Расчет по пыли выглядит следующим образом на км²:

$0,1 \text{ г} \times 25 \times 1000000 = 25\,000\,000 \text{ г/км}^2 = 25 \text{ т/км}^2$ за сутки × 195 дней в году без осадков = $48,75 \text{ т/км}^2$. Экспериментальные наблюдения и расчеты показали практически одинаковое выпадение пыли по всем точкам наблюдения в полесском регионе.

Расчет по минеральному остатку (М) в атмосферных осадках, мг/км²:

$$M = a \times b \times 1\,000\,000,$$

где а – количество осадков выпавших за год в мм (л / м²);

б – сухой остаток (сумма ионов) в выпавших осадках, мг/дм³;

1 000 000 – коэффициент для перевода сухого остатка в мг/км².

Для перевода в т/км² полученный результат делим на 1 000 000 000.

Количество минерального остатка в выпавших осадках на метеопостах Белорусского Полесья колеблется в пределах 7,4–17,8 т/км² в год.

Литература

1. Алексеенко В. А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М., 1990. 142 с.
2. Аржанова В. С. Геохимия ландшафтов и техногенез. М., 1990. 196 с.
3. Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. М., 1992. 230с

4. Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Мн., 2004. 260 с.
5. Антрапагеннае ўздзеянне на навакольнае асяроддзе // Нацыянальны Атлас Беларусі. Мінск, 2002. С.149.
6. Свистов П. Ф. Антропогенные осадки: происхождение, состав и свойства // Экологическая химия. 2011, 20(2). С. 195–113.
7. Чертко Н. К., Карпиченко А. А. Составление карт техногенного давления на агроландшафты Белорусского Полесья // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М. А. Глазовской). Доклады Всероссийской науч. конф., Москва, 4–6 апреля 2012 г. / редкол.: Н.С. Касимов [и др.]. М., 2012. С. 354.
8. Состояние природной среды. Экологический бюллетень–ежегодник / Под ред. В. Ф. Логинова. Минск, 2000–2010 гг.
9. Методика составления карты техногенного давления на агроландшафты / Н. К. Чертко [и др.] // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран: сборник научных статей Второй Международной науч.-практ. конф., Могилев, 27–29 марта 2012 г.: в 2 ч. / под ред. И.Н. Шарухо [и др.]. – Могилев, 2012. Ч.1. С. 136–139.