
THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE



M. K. Charko ✉ Dr. Sci. (Geogr.), Professor
A. A. Karpichenka Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.

UDK 631.4

*Belarusian State University,
Nezavisimosti av., 4, Minsk, Belarus, 220030*

ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON THE SOILS OF BELARUSIAN POLESYE

Abstract. The article considers the influence of atmospheric precipitation in the form of dust and dry residue with rain and snow in the formation of technogenic situations in the soils of the Belarusian Polesye. Anthropogenic impact on the soil is formed as a result of entering into the soil of technogenesis product, is made up of atmospheric precipitation in the form of dust and rain, as well as key components of chemical reclamation (Ca, Mg, K, N, P) of soil. Based on field research and data of the Hydrometeorological Service of Belarus there was generalized the information and disclosed the regularities of dust deposition and mineral residue precipitation in Belarusian Polesye. Mapping the anthropogenic impact on the soil was performed using software packages ESRI ArcView and ESRI ArcGIS.

It is set a noticeable spatial heterogeneity in the level of anthropogenic impact on the soil of the Belarusian Polesye, ranging from 6,3 t/ha per year in the district of Gantsevichi to 17,6 t/ha in Malorita district, Brest region. There is a general tendency of increasing of the given parameter in the direction from north-east to south-west of Polesye. The level of anthropogenic impact is largely dependent on natural (soil properties and structure of the soil) and economic (level of development and specialization of industry and agriculture) factors. The lowest value of the anthropogenic impact (less than 7,5 t/ha per year) is characteristic for areas with underdeveloped industry and a high proportion of drained peat soils: Gantsevichi, Oktyabrsky, Narovlya and Zhitkovichi. For the western part of the Belarusian Polesye (Malorita, Stolin, Ivanovo, Berezovsky, Drogichin areas) other than large areas of sandy soils, characterized by increased loads on agropochvy (12,1 or more t/ha per year), the largest contribution falls on the organic fertilizers.

Technogenic situation in the soils was estimated based on the amount of annual agrotechnogenic load on the soil, air emissions from stationary sources and the level of radioactive contamination, formed as a result of the Chernobyl accident. As a result, we allocated favorable, satisfactory, conflict, tension, and critical situation.

Favorable technogenic situation is typical for soils under forests and within specially protected areas (national parks and nature reserves) with anthropogenic load of less than 1 t/ha, not contaminated and distant from industrial centers. Such conditions correspond to 15 % of the Belarusian Polesye near major rivers and their tributaries in the region (the area between the Dnieper and the Sozh, the middle flow for the Pripjat and its tributaries Sluch, Yaselda, Ubort). A satisfactory situation has developed for 28,5 % of the territory, mainly within the northern part of the Pripjat Polesye due to a moderate level of anthropogenic pressure, in part – in the border of forest and wetland areas due to contamination with radionuclides. The conflict situation is typical for the northern part of Brest and Mozyr Polesye, on the right bank of the

✉ Tel.: +37529-773-09-71. E-mail: charko@bsu.by

DOI: 10.15421/041503

Dnieper and Berezina rivers, as well as in the area between Pina and Goryn rivers (27,7 %). In the southern part of the Brest Polesye, as well as in the countryside and along the Goryn river valley there is a tense situation (22,2 %), due to high anthropogenic pressure and intensive agricultural activities, in the latter case – also complicated by radioactive contamination. Critical man-made situation (7 %), which is observed in the south-east of Polesye, is due to high levels of radioactive contamination within the Polesye State Radiation Ecological Reserve and adjacent areas, despite the relatively low levels of air and agrotechnogenic pollution.

Keywords: *ingress of dust, dust deposition, dissolved minerals in rainwater, regularities of distribution, ecological evaluation, Belarusian Polesye.*

УДК 631.4

М. К. Чертко

д-р геогр. наук, проф.

О. О. Карпиченко

канд. геогр. наук, доц.

*Білоруський державний університет,
просп. Незалежності, 4, м. Мінськ, Білорусь, 220030,
тел.: +37529-773-09-71, e-mail: charko@bsu.by*

АТМОСФЕРНІ ВИПАДАННЯ НА ҐРУНТИ БІЛОРУСЬКОГО ПОЛІССЯ

Анотація. Атмосферні випадання у формі пилу і мінерального сухого залишку з дощем і снігом різнобічно впливають на життя ґрунту та недостатньо вивчені. На прикладі Білоруського Полісся за розробленою авторами методикою польових досліджень та отриманими даними, а також з використанням матеріалів гідрометеорологічної служби Білорусі, узагальнено і виявлено закономірності випадання пилу і мінерального залишку опадів нарізно і сумісно. Наведено порівняльні сумарні дані надходження забруднюючих речовин в атмосферу та їх повернення у ґрунт. За результатами досліджень наведено екологічну оцінку забруднення ґрунтів випаданнями із атмосфери природно-техногенного походження.

Ключові слова: *поступання пилу, випадання пилу, випадання сухого залишку, закономірності розподілу, екологічна оцінка, Білоруське Полісся.*

УДК 631.4

Н. К. Чертко

д-р геогр. наук, проф.

А. А. Карпиченко

канд. геогр. наук, доц.

*Белорусский государственный университет,
просп. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь, 220030,
тел.: +37529-773-09-71, e-mail: charko@bsu.by*

АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ НА ПОЧВЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Аннотация. Атмосферные выпадения в виде пыли и минерального сухого остатка с дождем и снегом влияют разносторонне на жизнь почвы и изучены недостаточно. На примере Белорусского Полесья по разработанной авторами методике полевых исследований и полученных данных, а также с использованием материалов гидрометеорологической службы Беларуси обобщена информация и выявлены закономерности выпадения пыли и минерального остатка осадков раздельно и совместно. Приведены сравнительные суммарные данные поступления загрязняющих веществ в атмосферу и их возвращение в почву. По результатам исследования дается экологическая оценка загрязнения почв выпадениями из атмосферы природно-техногенного происхождения.

Ключевые слова: *поступление пыли, выпадение пыли, выпадение сухого остатка, закономерности распределения, экологическая оценка, Белорусское Полесье.*

ВВЕДЕНИЕ

Почвы, которые испытывают воздействие, связанное с производственной деятельностью человека, называют антропогенными или техногенными. Такие почвы формируются на сильно преобразованной природной основе, отражают

многоаспектное техногенное давление и функционируют под влиянием как природных, так и социально-экономических законов. Анализ и оценка техногенного давления на преобразованные человеком почвы в нашем исследовании базируется на ландшафтно-геохимической основе.

Техногенная нагрузка на почвы складывается из космической и атмосферной пылегазовой смеси (природной и техногенной от промышленных стационарных источников), сухого остатка в выпадающих атмосферных осадках и ведущих компонентов химической мелиорации (Ca, Mg, K, N, P) почв. В Белорусском Полесье эти выпадения исследовались в пределах природных и агропочв раздельно из-за специфики техногенной нагрузки по химической мелиорации.

Современные научные исследования направлены на выявление закономерностей по поступлению пыли и загрязняющих веществ в атмосферу, воды, со снежным покровом в почвы (Alekseenko, 1990; Khomich, Kakareka, Kukharchik, 2004; Chartko and Karpichenka, 2013; Zaytseva et al., 2013). Редкие публикации встречаются по выпадению пыли и минерального остатка с атмосферными осадками (Arzhanova and Yel'patevskiy, 1990; Svistov, 2011). 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 (Svistov, 2011) до десятков и сотен тысяч тонн на километр квадратный (Arzhanova and Yel'patevskiy, 1990).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили природные и агропочвы Белорусского Полесья. Предмет исследования – степень техногенной и природной нагрузки и ее экологическая оценка. Методы исследования – сравнительно-географический, картографический.

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.

Расчет количества выпавшей пыли и минерального остатка в осадках за год на гектар проводился по формуле:

$$П = [(\mathcal{E}_п \cdot D_1) \cdot K] + [(\mathcal{E}_{сн} \cdot D_2) \cdot K] + [(\mathcal{E}_{жс} \cdot D_3) \cdot K],$$

где $\mathcal{E}_п$ – количество пыли (аэрозоли) в мг на экспозиционном листе; $\mathcal{E}_{сн}$ – количество минерального остатка, выпавшего со снегом; $\mathcal{E}_{жс}$ – количество минерального остатка, выпавшего с жидкими осадками; D_1 – количество дней в году без осадков; D_2 – количество дней в году со снегом; D_3 – количество дней в году с жидкими осадками; K – коэффициент перерасчета количества пыли и минерального остатка на га/год.

Расчет по пыли на км^2 выглядит следующим образом:
 $0,1 \text{ г} \times 25 \times 1000000 = 25\,000\,000 \text{ г/км}^2 = 25 \text{ т/км}^2$ за сутки $\times 195$ дней в году без осадков = $48,75 \text{ т/км}^2$.

Расчет по минеральному остатку в атмосферных осадках, мг/км^2 :

$$(a : 10) \times b \times 1\,000\,000,$$

где a – количество осадков выпавших за год, мм; 10 – коэффициент для перевода количества выпавших осадков в л/м^2 ; b – сухой остаток (сумма ионов) в выпавших осадках, мг/дм^3 ; 1 000 000 – коэффициент для перевода сухого остатка в мг/км^2 .

Для перевода в т/км^2 полученный результат делим на 1 000 000 000.

Выпадение минерального остатка и количество дней с осадками и без осадков в году рассчитывалось по данным Белгидромета за 2001–2010 гг. (Loginov, 2011).

Картографирование техногенной нагрузки на почвы Полесья производилась по разработанной ранее методике (Chartko and Karpichenka, 2012). Построение карт

производилось с использованием программных комплексов ESRI ArcView и ESRI ArcGIS. Картографирование включало в себя создание базы геоданных, привязку растровых данных, в качестве которых использовался ряд карт из Национального атласа Беларуси (Natsyuanalny atlas., 2002).

Вначале была создана картограмма, отражающая величину техногенной нагрузки на ландшафты Полесья в разрезе административных районов, что связано со спецификой ведения статистического учета в Республике Беларусь, получение более детальной информации не представляется возможным, при этом не является удобным при исследовании в региональном масштабе.

В дальнейшем методом сплайновой интерполяции была создана грид-модель с помощью модуля Spatial Analyst. Итогом стало создание карты техногенной нагрузки в почвах Белорусского Полесья (Chartko and Karpichenka, 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Географическое распределение химических элементов по разным почвам достигает иногда довольно контрастных величин, что потребовало разработки методики картографирования техногенной нагрузки с учетом характера текущего использования почв в пределах Белорусского Полесья. По величине только вносимых удобрений выделены агропочвы с низкой величиной техногенной нагрузки (0,150–0,200 т/га), средней – (0,201–0,250), сильной – (0,251–0,300), избыточной – (более 0,301 т/га). Агропочвы, в которых содержание биоцидов, тяжелых металлов, рассолов, радионуклидов или нефтепродуктов выше ПДК, выделены в тип геохимически токсичных.

Современные природные почвы Белорусского Полесья освоены не равномерно, наибольшие их территории приходятся на южную часть 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 (Loginov, 2011) в Белорусском Полесье мало (Гомель, Мозырь, Жлобин, Пинск, Брест, Пружаны) 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 почв Белорусского Полесья требовалось составление самостоятельных карт:

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

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

– итоговая карта (пыль + минеральный остаток).

При расчетах учитывалось количество дней с осадками в году (170) для минерального остатка и количество дней без осадков (195) для пыли.

Исследования выпадения пыли проводили в течение трех лет (2011–2013 гг.), сначала в агропочвах, затем в природных почвах. Поскольку в период наблюдений часто выпадали осадки, то атмосфера была в достаточной степени очищена, и в

погодные дни после осадков при отсутствии почвенной пыли по всем точкам наблюдений результаты суточного выпадения пыли практически одинаковы (0,1 г в сутки на экспозиционную площадь 20×20 см), что соответствует выпадению пыли 48,75 т/км² в год за 195 дней в году без дождя. Незначительная разница по точкам наблюдения получена и по сухому остатку в осадках. Минимальная величина ее составила в г. Мозыре (0,74 т/км²) и максимальная – в г. Пинске (1,78 т/км²). Та же закономерность получена и по сумме выпавшей пыли в сочетании с сухим остатком в осадках. Результаты представлены в таблице.

Среднее выпадение минерального остатка с осадками и сумма пыли и сухого остатка

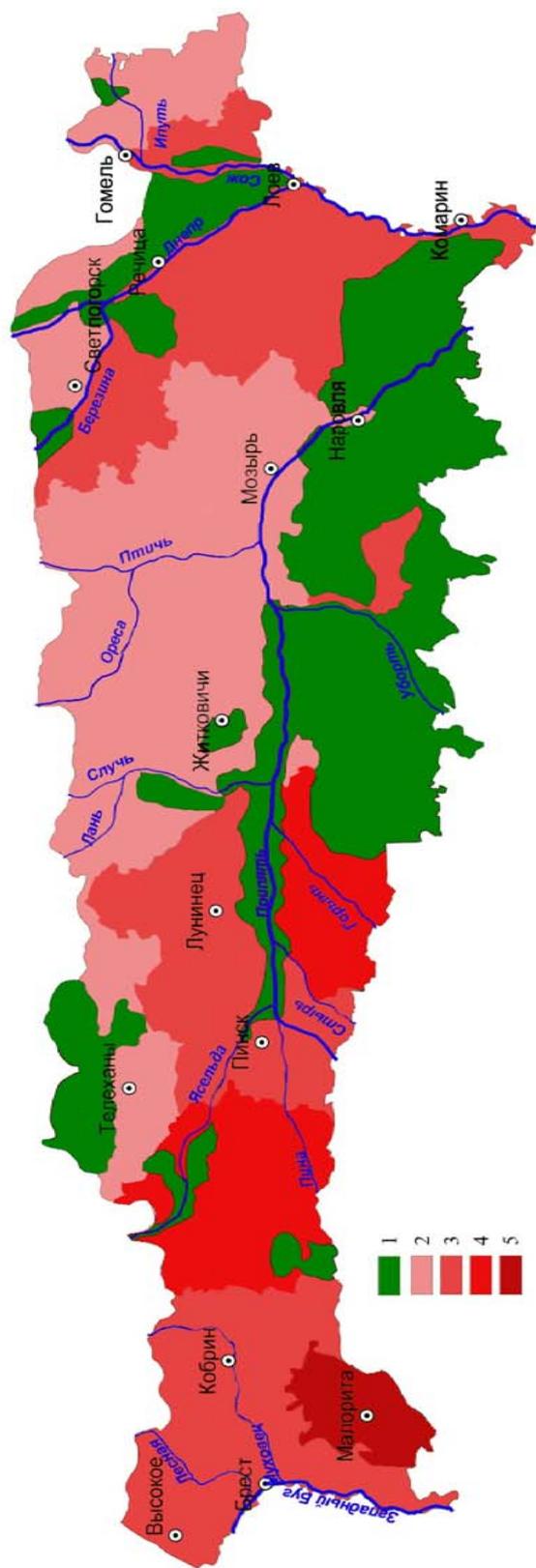
Метеостанции	Осадки в мм за год	Количество осадков на 1 м ²	Сухой остаток в осадках, мг/дм ³	Сухой остаток, мг/м ²	Сухой остаток, т/км ²	Сумма пыли и сухого остатка, т/км ²
Брест	630,0	63	20,66	1301,5	1,30	50,05
Гомель	658,8	66	17,00	1122,0	1,12	49,87
Мозырь	708,6	71	10,50	745,5	0,74	49,49
Пинск	685,2	68	26,18	1780,0	1,78	50,53
Пружаны	625,3	62	16,70	1035,4	1,03	49,78
Жлобин	713,2	71	18,81	1335,5	1,33	50,08

Техногенная нагрузка на почвы Белорусского Полесья (рис. 1) отличается пространственной неоднородностью и колеблется в достаточно широком диапазоне: от 6,3 т/га в Ганцевичском районе до 17,6 т/га в Малоритском районе Брестской области. Почти трехкратная разница может быть связана, в первую очередь, со свойствами почв (кислотность, содержание гумуса, гранулометрический состав, физико-химические свойства) и структурой почвенного покрова (соотношение площадей песчаных и суглинистых, минеральных и торфяных почв). Кроме того, большое значение имеет специализация растениеводства, структура севооборота, экономическое состояние сельскохозяйственных предприятий и наличие крупных животноводческих комплексов.

В результате наименьшая величина техногенной нагрузки (менее 7,5 т/га) наблюдается в районах со значительной долей осушенных торфяных почв – в Ганцевичском, Октябрьском, Наровлянском и Житковичском районах. В большинстве районов восточной части Полесья отмечается относительно небольшая техногенная нагрузка, несколько повышенные ее значения для Хойникского и Брагинского районов, вероятно, связаны с существенной долей земель, загрязненных радионуклидами, для которых определены более высокие дозы внесения химических мелиорантов (Lara et al., 2007).

Для ряда районов западной части Полесья (Столинский, Ивановский, Березовский, Дрогичинский) характерны повышенные нагрузки на агропочвы (12,1 и более т/га в год). При этом наибольший вклад в антропогенную нагрузку здесь вносят органические удобрения, дозы которых в Малоритском районе почти на 2 тонны превышают оптимальные значения. Последний случай подтверждается и данными агрохимических обследований (Agrokhimicheskaya kharakteristika..., 2012), согласно которым средневзвешенное содержание гумуса для района составляет 3%, что является высоким показателем для песчаных, в значительной мере осушенных почв и, при определенных условиях, может вести к загрязнению окружающей среды (Chernysh, Kachkov, Bashkintseva, 2013).

Прослеживается общая тенденция увеличения рассматриваемой величины в направлении с северо-востока на юго-запад Полесья. Наибольшая техногенная нагрузка (свыше 12 т/га) характерна для почв вторичных водно-ледниковых (особенно в юго-западной части исследуемой территории), моренно-зандровых и, частично, аллювиальных террасированных ландшафтов, характеризующихся высокой долей песчаных почв в структуре почвенного покрова.



Техногенная нагрузка: 1 – менее 1 т/га; 2 – от 6,1 до 9; 3 – от 9,1 до 12,0; 4 – от 12,1 до 15,0; 5 – более 15,1 т/га.

Рис. 1. Техногенная нагрузка на природные и агропочвы Белорусского Полесья

Для холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов (Мозырская гряда) наблюдаются пониженные значения агротехногенной нагрузки на почвы, наименьшие – для пойменных и нерасчлененных ландшафтов с преобладанием болот. Минимальные нагрузки характерны для почв природных ландшафтов (менее 1 т/га).

По загрязнению воздушного региона Белорусское Полесье можно разделить на две практически равные части: восточная часть Полесья в среднем удерживает в воздухе около 211,8 тыс. т пыле- и газообразных веществ, западная часть – около 170,5 тыс. т. По сравнению с 2005 годом выбросы в атмосферу незначительно уменьшились: в восточной части на 27 тыс. т, в западной части – на 21 тыс. т. Наиболее высокое загрязнение воздушного бассейна в Полесье обусловлено мобильными источниками. Загрязнение от мобильных источников, по сравнению со стационарными, выше в 5 раз в западной части и в 1,5 раза в восточной части Полесья. Выбросы от стационарных источников закономерно противоположны: выше почти в 3 раза в восточной части Полесья по сравнению с западной частью, что подтверждается более развитой промышленностью, особенно горнодобывающей, в восточном Полесье (добыча фосфатов – Гомель, нефти – Светлогорск, калийных солей – Солигорск) и металлургии (Жлобин).

В ингрессионном отношении загрязнение воздушной среды Полесья в большей мере обусловлено твердыми частицами (5–6 тыс. т), оксидом углерода (6–14), диоксидом азота (4–10), диоксидом серы (2–19 тыс. т). Максимальные величины характеризуют восточную часть Полесья.

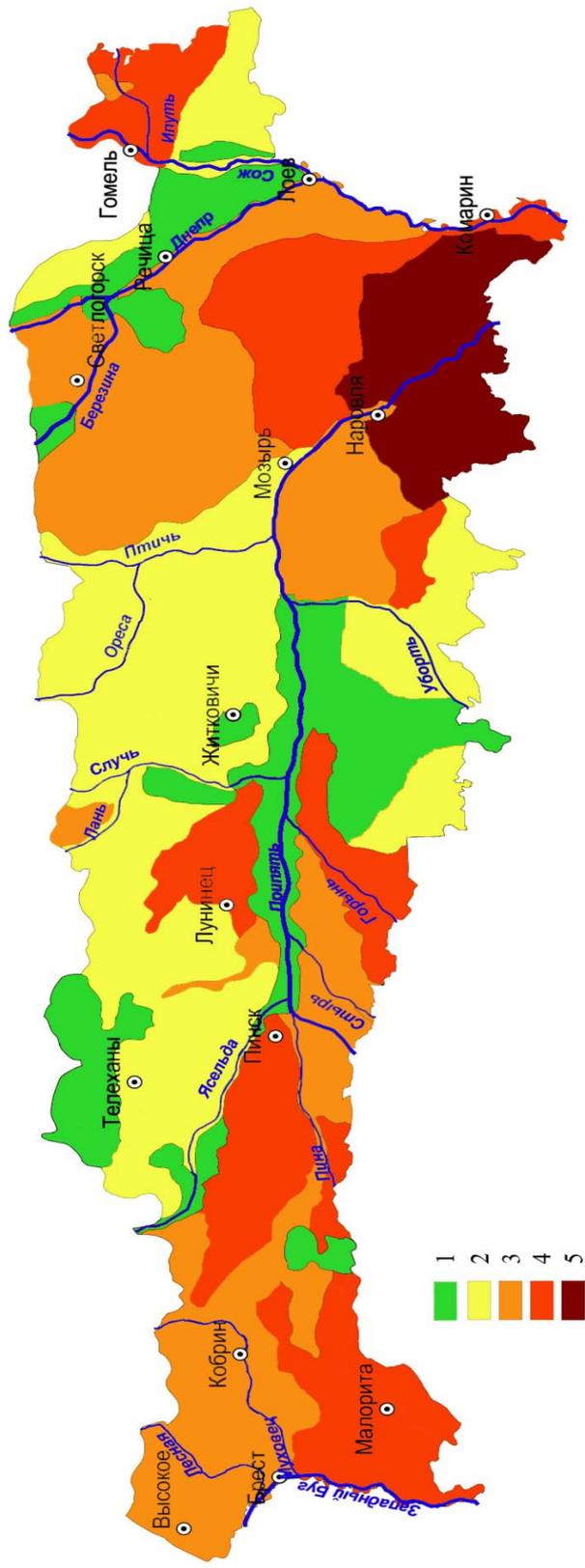
Загрязнение воздушного бассейна по ландшафтам наиболее высокое вблизи промышленных объектов. Максимальное загрязнение воздушной среды над ландшафтами отмечается в настоящее время в пределах Мозыря (34,2 тыс. т в год), Жлобина (8,3), Солигорска (6,8), Речицы (6,6), Гомеля (6,1), Светлогорска (5,4), Пинска (3,7), Березы (3,9), Лунинец (1,9), Бреста и Кобрин (по 1,8 тыс. т в год). Для большинства ландшафтной территории Полесья загрязнение воздушного бассейна определяется величинами 0,1–0,9 тыс. т в год (Okhrana okruzhayushchey..., 2011).

Анализ воздушной среды Белорусского Полесья позволяет заключить: в Полесье естественная защищенность и экологическая стабильность территории оценивается как средняя даже с учетом вносимых удобрений в агропочвы, что подтверждается также литературными данными (Natsionalny doklad..., 2011).

Карта техногенных ситуаций в почвах (рис. 2) составлена с учетом данных по ежегодной агротехногенной нагрузке на почвы, выбросов в атмосферу от стационарных источников и уровня радиоактивного загрязнения. Вначале определялась базовая ситуация по уровню агротехногенной нагрузки (благоприятная – при нагрузке менее 1 т/га, удовлетворительная – от 6,1 до 9, конфликтная – от 9,1 до 12, напряженная – свыше 12,1 т/га), а уровень воздушного и радиационного загрязнения учитывался в виде повышающих коэффициентов. Пороговым значением повышенного загрязнения атмосферного воздуха считался показатель выбросов свыше 6 тыс. т в год, а радиационного загрязнения – содержание Cs-137 в почве выше 185 кБк/м².

В результате были выделены *благоприятная, удовлетворительная, конфликтная, напряженная, критическая* ситуации.

Благоприятная техногенная ситуация соответствует лесным и природоохранным ландшафтам с техногенной нагрузкой менее 1 т/га, при условии отсутствия радиоактивного загрязнения и удаленности от источников загрязнения воздуха. Благоприятная техногенная ситуация формируется на 15 % территории Полесья, в основном приурочена к охраняемым территориям вблизи крупнейших рек региона и их притоков (междуречье Днепра и Сожа, среднее течение Припяти с притоками Случь, Ясельда, Уборть), а также к крупным лесным массивам. *Удовлетворительная* ситуация сложилась на 28,5 % территории, в основном, в пределах северной части Припятского Полесья за счет умеренного уровня



Техногенные ситуации: 1 – благоприятная, 2 – удовлетворительная, 3 – конфликтная, 4 – напряженная, 5 – критическая.

Рис. 2. Техногенные ситуации в почвах Белорусского Полесья

техногенного давления, частично – в приграничных районах из-за загрязнения радионуклидами. Практически на такой же площади (27,7 %) отмечена *конфликтная* ситуация, характерная для северной части Брестского и Мозырского Полесья, правобережья Днепра и Березины, а также в междуречье Пины и Горыни.

В пределах южной части Брестского Полесья, а также в Загородье и вдоль долины Горыни сложилась *напряженная* ситуация (22,2 %), обусловленная высоким уровнем техногенного давления и интенсивной сельскохозяйственной деятельностью, в последнем случае – еще и осложненная радиоактивным загрязнением. *Критическая* техногенная ситуация (7 %), которая наблюдается на юго-востоке Полесья, обусловлена высоким уровнем радиационного загрязнения в пределах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и на прилегающих территориях, с относительно низким уровнем воздушного и агротехногенного загрязнения.

ВЫВОДЫ

1. Результаты суточного выпадения пыли составили 0,1 г в сутки на экспозиционную площадь 20×20 см), что соответствует выпадению пыли 48,75 т/км² в год за 195 дней в году без дождя. Минимальная величина сухого остатка в осадках составила в г. Мозыре (0,74 т/км²) и максимальная – в г. Пинске (1,78 т/км²).

2. Техногенная нагрузка на почвы Белорусского Полесья (рис. 1) отличается пространственной неоднородностью и колеблется в достаточно широком диапазоне: от 6,3 т/га в Ганцевичском районе до 17,6 т/га в Малоритском районе Брестской области. Минимальные нагрузки характерны для почв природных ландшафтов (менее 1 т/га).

3. В почвенном покрове выделены *благоприятная* (15 % площади), *удовлетворительная* (28,5), *конфликтная* (27,7), *напряженная* (22,2), *критическая* (7 %) ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv selskokhozyaystvennykh zemel Respubliki Belarus (2007–2010), 2012 [Agrochemical characteristics of soils of agricultural land of the Republic of Belarus (2007–2010)]. Minsk (in Russian).

Alekseenko, V. A., 1990. Geokhimiya landshafta i okruzhayushchaya sreda [Landscape geochemistry and the environment]. Nedra, Moscow (in Russian).

Arzhanova, V. S., Yel'patevskiy, P. V., 1990. Geokhimiya landshaftov i tekhnogenez [Landscape geochemistry and technogenesis]. Science, Moscow (in Russian).

Chartko, M. K., Karpichenka, A. A., 2012. Sostavlenie kart tekhnogen'nogo davleniya na agrolandshafty Belorusskogo Polesya [Mapping of technogenic loading on the agricultural landscapes of the Belarusian Polesye]. Landscape Geochemistry and Soil Geography. Moscow, 354–356 (in Russian).

Chartko, M. K., Karpichenka, A. A., 2013. Tekhnogennye nagruzki na landshafty Belorusskogo Polesya [Technogenic loading on the landscapes of Belarusian Polesye], Vestnik BSU. 2, 62–65 (in Russian).

Chernysh, A. F., Kachkov, Yu. P., Bashkintseva, O. F., 2013. O porogovykh znachenyakh agrokhimicheskogo sostoyaniya pochv selsko-khozyaystvennykh zemel kak otrazhenie tekhnogen'nogo na nikh davleniya [Threshold of agrochemical soil condition agricultural soils as a reflection of technogenic pressure on them]. Structure and morphogenesis of the soil in terms of human impact. Minsk, 317–321 (in Russian).

Khomich, V. S., Kakareka, S. V., Kukharchik, T. I., 2004. Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov Belarusi [Ecogeochemistry of urban landscapes of Belarus]. Minsk tipoproekt, Minsk (in Russian).

Lapa, V. V. et al., 2007. Spravochnik agrokhimika [Directory of agricultural chemist]. Belarusian science. Minsk (in Russian).

Loginov, V. F., 2011. Sostoyanie prirodnoy sredy. Ekologicheskiy byulleten. 2010 god [State of Natural Environment. Ecological Bulletin. 2010]. Minsk (in Russian).

Natsyyanalny atlas Respubliki Belarus, 2002 [National Atlas of the Republic of Belarus]. Minsk (in Belarusian).

Natsionalnyy doklad o sostoyanii, ispolzovanii i okhrane zemelnykh resursov Respubliki

Belarus (po sostoyaniyu na 01.01.2011 g.), 2011 [National report on the state, use and protection of land resources of the Republic of Belarus (as of 01.01.2011)] / Ed. by G. I. Kuznetsov. Minsk (in Russian).

Okhrana okruzhayushchey sredy Respubliki Belarus. Statisticheskiy sbornik, 2011 [Environmental Protection of the Republic of Belarus. Statistical Yearbook]. Minsk (in Russian).

Svistov, P. F., 2011. Antropogennye osadki: proiskhozhdenie, sostav i svoystva [Anthropogenic sediments: the origin,

composition and properties]. Ecological Chemistry. 20 (2), 105–113 (in Russian).

Zaytseva, N. V., May, I. V., Maks, A. A., Zagorodnov, S. Yu., 2013. Analiz dispersnogo i komponentnogo sostava pyley dlya otsenki ekspozitsii naseleniya v zonakh vliyaniya vybrosov promyshlennykh stacionarnykh istochnikov [Analysis of the particulate component and the composition of dust to assess the exposure of the population in the zones of influence of emissions from industrial stationary sources]. Hygiene and sanitation. 4, 19–23 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 21.05.2015

Рекомендує до друку: чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв