СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селянинов, Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г. Т. Селянинов // Тр. по с.-х. метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 169–178.

2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / В. Мельник [и др.]. – Минск ; Женева, 2017. – Режим доступа: https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf. – Дата доступа: 19.05.2023.

3. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента на территории Беларуси и повторяемости экстремальных условий увлажнения в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буяков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.

4. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основных сельскохозяйственных районов СССР (1891–1980 гг.) : справ. пособие / под ред. А. В. Мещерской, В. Г. Блажевич. – Л., 1985. – 324 с.

УДК 631.453

П. В. КАЧАНОВИЧ, Н. В. МИХАЛЬЧУК, А. М. ПОДЛУЖНАЯ
Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт
НАН Беларуси
E-mail: tyres810@gmail.com

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ НА РАДИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ АККУМУЛЯТОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Введение. Химическое загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами (далее – ТМ) в зонах влияния промышленных предприятий является актуальной экологической проблемой современности. Аэротехногенные выбросы свинца характерны для предприятий по производству свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. В г. Пинске к их числу относится СП «Полесские аккумуляторы» (сегодня – ООО «Зубр Энерджи»). С 2000 по 2014 г. предприятие размещалось на свободных производственных площадях речного порта по адресу г. Пинск-8, а/я 13 (юго-восточнее д. Домашицы).

В отношении ТМ почвенный покров выступает в качестве депонирующей среды, ограничивая тем самым их дальнейшее поступление в пищевые цепи и грунтовые воды. В ряду ключевых факторов, управляющих процессами радиального распределения и миграции ТМ по профилю почв, ведущее место принадлежит pH почвенной среды [1; 2]. При нейтральной и слабощелочной ее реакции образуются труднорастворимые соединения ТМ, что снижает их миграционную активность. При возрастании кислотности в почве наблюдается обратный процесс [3].

Цель работы – оценить влияние кислотности почвы на радиальное распределение свинца в почвах импактной зоны аккумуляторного производства.

Материалы и методы. Отбор проб почв осуществлялся в 2021 г. из двух почвенных разрезов Р1 и Р2 глубиной 70 см, заложенных в 50 м к восток-юго-востоку от выводного канала вентиляционной системы производственного цеха на выровненных площадках с ксерофитной луговой растительностью. Расстояние между разрезами 3 м. Шаг опробования по профилю до глубины 26 см – 2 см; отобраны также образцы в интервале 60–70 см. Почва в зоне закладки разрезов представляет собой технозем на основе намывных грунтов при формировании (углублении) акватории речного порта с признаками развития дерново-подзолистого процесса.

Определение валового содержания ТМ проводили согласно ГОСТ ISO 22036 на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP 7200 ICP-AES DUO.

Коэффициент радиальной дифференциации [4] вычислялся по формуле

$$R = Ci / Сп.п.,$$

где Ci – содержание элемента в генетическом горизонте почв, Сп.п. – содержание элемента в почвообразующей породе.

Результаты и обсуждение. Кислотность почв в рассматриваемых почвенных разрезах изменяется от слабокислой до умеренно щелочной и снижается с глубиной от 5,7 до 8,7 в Р1 и от 6,8 до 8,8 в Р2 (рисунок 1). Однако градиент снижения pH в разрезе Р1 более равномерный; в разрезе Р2 на глубине 16–18 см наблюдается второй пик щелочности (pH = 8,4), после которого в слое 18–26 см кислотность варьирует от 8,1 до 8,3 единиц. Средняя кислотность почв от поверхности до глубины 26 см в рассматриваемых разрезах достоверно различна при $p < 0,001$ для парных выборок и составляет 7,1 для Р1 и 8,0 для Р2. Данное различие на близко расположенных разрезах обусловлено существенной разницей в содер-

жании Ca и Mg. В разрезе P1 максимальное содержание Ca наблюдается в поверхностном слое (777 мг/кг) и на глубине 16–18 см (668 мг/кг), Mg – в поверхностном слое (91,50 мг/кг) и глубине 10–12 см (77,80 мг/кг). В разрезе P2 максимальное содержание Ca наблюдается на глубине 8–10 см (787 мг/кг), а Mg – в поверхностном слое (44,90 мг/кг). Различия в содержании Ca и Mg достоверны при $p = 0,003$ и $p < 0,001$ для парных выборок соответственно.

Содержание органического вещества снижается от поверхности к глубине с 3,33 до 0,09 % для P1 и с 1,78 до 0,06 % для P2.

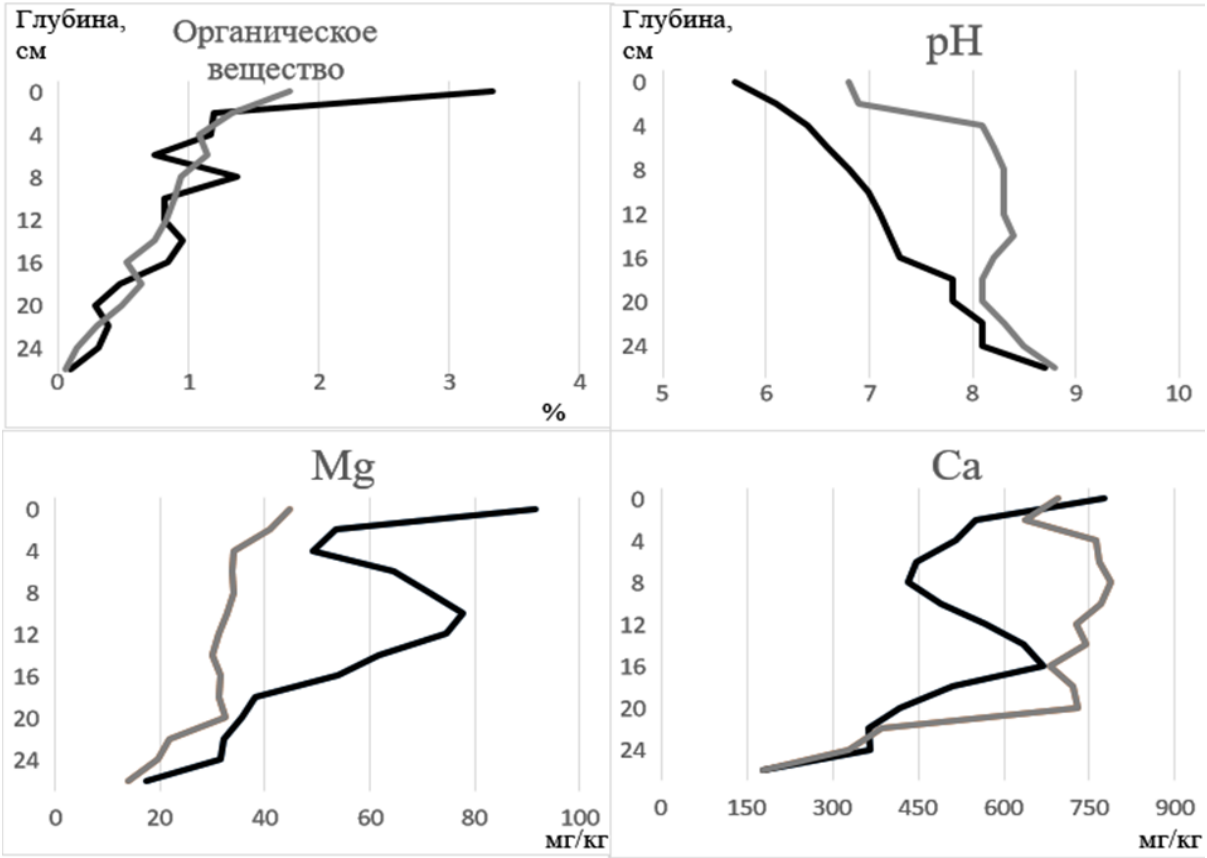

Рисунок 1 – Радиальное распределение основных агрохимических показателей в почвенных разрезах: ▬ – P1, ▬ – P2

Высокие значения коэффициента радиальной дифференциации, характерные для некоторых элементов, свидетельствуют об их техногенном происхождении. Так, геохимические ряды, составленные на основании средних значений коэффициента радиальной дифференциации элементов, отражают выраженную техногенность Pb и умеренную техногенность Zn и Cu.

P1: $$\frac{\text{Pb}}{50{,}98} > \frac{\text{Zn, Cu}}{9{,}25 - 5{,}10} > \frac{\text{Mn, Fe, Co, Cr, Ni}}{3{,}55 - 2{,}24}$$

P2: $$\frac{\text{Pb}}{52{,}93} > \frac{\text{Cu, Zn}}{8{,}15 - 7{,}28} > \frac{\text{Fe, Mn, Ni, Cr, Co}}{3{,}52 - 2{,}62}$$

Содержание Pb изменяется в разрезе P1 от 0,79 до 95,79 мг/кг, а в P2 – от 0,86 до 178,25 мг/кг (рисунок 2). В разрезе P1 максимальное содержание Pb наблюдается на глубине 2–4 см (95,79 мг/кг); в слое 12–14 см отмечено второе повышение концентрации (62,44 мг/кг). В разрезе P2 максимальное содержание Pb отмечается на глубине 6–8 см (178,25 мг/кг) и в поверхностном слое (113,62 мг/кг).

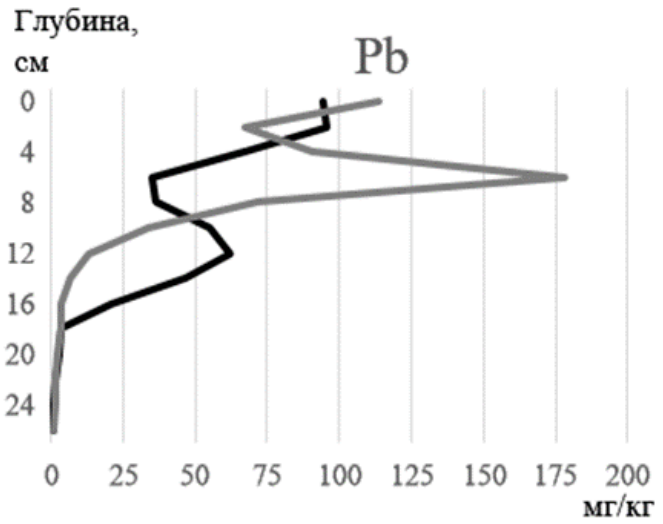

Рисунок 2 – Радиальное распределение свинца в почвенных разрезах: ▬ – P1, ▬ – P2

Соотношение концентраций Pb в слоях 0–2 см к 2–4 см в разрезе P1 составляет 0,99, а в разрезе P2 – 1,69. Усредненное содержание Pb в разрезе P1 на глубине 0–10 см составляет 65,88 мг/кг, в слое 10–20 см – 37,70 мг/кг, а в P2 – 104,33 и 12,24 мг/кг соответственно, что свидетельствует о повышенной способности почвы разреза P2 депонировать Pb как в 0–2 см слое, так и в 0–10 см слое. Усредненное содержание Pb в слое 20–26 см составляет 1,89 мг/кг для P1 и 1,81 мг/кг для P2, что отражает достаточно высокие протекторные возможности вышерасположенных слоев обоих почв, обусловленные в первую очередь наличием щелочных геохимических барьеров, ограничивающих нисходящее перемещение элемента.

Выводы. Результаты исследования техноземов в импактной зоне СП «Полесские аккумуляторы» свидетельствуют о том, что способность почвы депонировать свинец на глубине 0–10 см при среднем значении pH = 7,7 выше, чем при среднем значении pH = 6,3. На глубине более 20 см активная миграция техногенного свинца не обнаружена – уровни содержания элемента сопоставимы с региональными фоновыми значениями.

Поскольку содержание органического вещества в верхних почвенных горизонтах низкое, ведущую роль в ограничении радиальной миграции свинца в рассматриваемой геохимической ситуации играет наличие в профиле почв щелочного геохимического барьера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. – Минск : БГУ, 2003. – 322 с.

2. Landgard, S. Metals in the Environment / S. Landgard ; ed. H. A. Waldron. – London : Academic Press, 1980. – 333 p.

3. Лыгин, С. А. Ионы тяжелых металлов в почве г. Бирска и Бирского района [Электронный ресурс] / С. А. Лыгин, Е. С. Пурина // Химия и биология : электрон. науч. журн. – 2014. – № 10. – Режим доступа: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/1697.

4. Кошелева, Н. Е. Распределение тяжелых металлов и металлоидов в почвенных катенах г. Серпухова / Н. Е. Кошелева, Н. Ю. Кузьминская, Е. В. Терская // Почвоведение. – 2021. – № 8. – С. 999–1016.

УДК 551.4+91:004

Д. А. КИСЛИЦЫН
Беларусь, Минск, БГУ
E-mail: dimas_13082000@mail.ru

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ОРШАНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В настоящее время комплексный анализ морфометрических свойств рельефа имеет важное значение при изучении почвенного покрова сельскохозяйственных земель, а также для выявления эродированных почв [1]. Использование геоинформационных технологий позволяет в значительной мере автоматизировать расчет статистических данных по основным морфометрическим показателям рельефа.