

Л.Н. РЯБОВА, И.А. ЗАЛЫГИНА

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

*Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь,
ryabova@ecology.basnet.by*

В результате комплексных эколого-геохимических исследований Брестской области получены новые данные, характеризующие с геохимической точки зрения компоненты ландшафтов (почвы, породы зоны аэрации, донные отложения и поверхностные воды). Составлены электронные карты загрязнения химическими элементами и соединениями компонентов ландшафта в масштабе 1 : 200000.

В Брестской области в 2012–2015 гг. были проведены широкомасштабные комплексные эколого-геохимические исследования компонентов ландшафтов с оценкой их состояния. Одним из важнейших результатов исследований стало составление электронных карт загрязнения почвенного покрова, донных отложений, пород зоны аэрации, поверхностных и грунтовых вод области в масштабе 1 : 200 000. Это позволило выявить особенности формирования природных и техногенных геохимических аномалий как под влиянием естественных процессов, так и в результате техногенеза, определить приоритетные загрязнители и установить интенсивность загрязнения компонентов ландшафтов под влиянием различного рода хозяйственной деятельности.

Почвы. Проведенные исследования показали, что геохимическое состояние почвенного покрова, согласно оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю Z_c [1], находится в относительно удовлетворительном состоянии.

Фактически незагрязненные почвы составляют 49,1 % , слабо загрязненные – 32,2 % , средний уровень загрязнения – 14,0 % , умеренно опасный – 3,2 % только 1,5 % земель (в основном в городах Брестской области) имеют опасный уровень загрязнения (рисунок 1).

Для населенных пунктов характерен широкий спектр почв: от природных ненарушенных до почв различной степени трансформированности. В зависимости от функциональной зоны городских и сельских населенных пунктов интенсивность поступления и ассоциация загрязняющих элементов в почвы различна, что обусловило в них пестроту распределения химических соединений и элементов. Анализ эколого-геохимического состояния почв различных функциональных зон населенных пунктов выявил, что наибольшие средние концентрации сульфатов, нитратов, и хлоридов установлены в почвах общественно-деловой зоны городов. Максимальный вклад в формирование таких высоких средних содержаний вносит г. Пинск, в почвах которого содержание сульфатов превышает санитарные нормы [2] в 13,3 раза, нитратов – 1,5 и хлоридов в 8,8 раз. В почвах этой зоны отмечено также высокое содержание нефтепродуктов, превышающее нормативные показатели в 1,5 раза.

На втором месте по величинам средних концентраций водорастворимых соединений в почвах стоит агроселитебная зона, где отмечаются содержания сульфатов 83,0 мг/кг, нитратов – 107,2 и хлоридов 93,1 мг/кг. Среди изученных районов наибольшими концентрациями этих соединений отличаются почвы Пинского района, где в среднем определено превышение санитарных норм по нитратам в 1,5 раз (максимальное превышение ПДК 3,9 раз), сульфатам – 1,3 (максимальное – 3,7), хлоридам – 2,8 (максимальное – 8,1 раза).

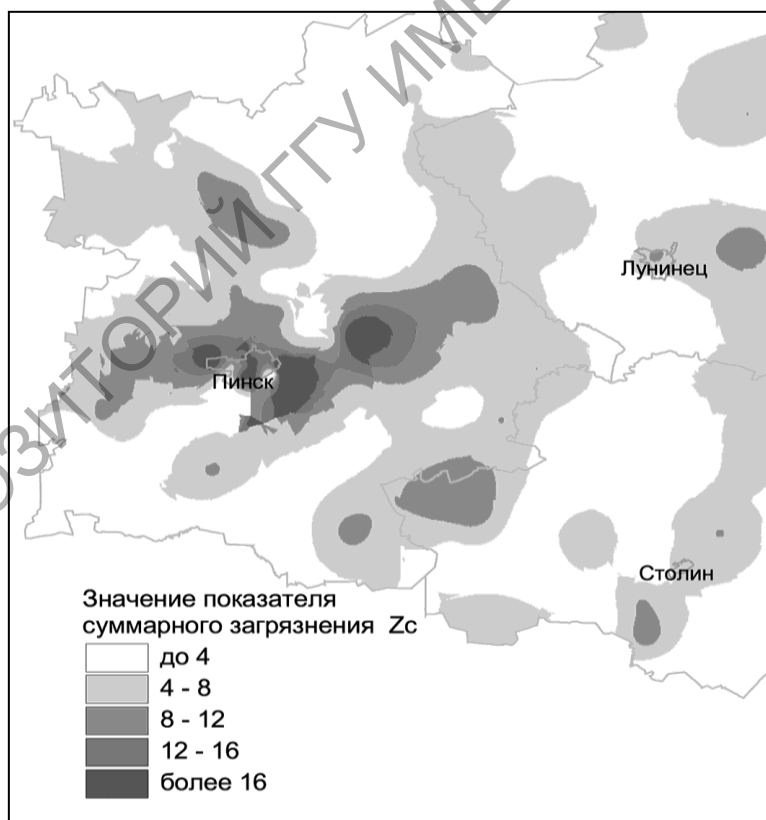


Рисунок 1 – Фрагмент карты-схемы зонирования почвенного покрова Брестской области по суммарному показателю загрязнения почв тяжелыми металлами

Превышение нормативных показателей по содержанию нефтепродуктов в почвах выявлено в промышленных зонах как городских, так и сельских населенных пунктов, где превышение ПДК для городов составляет в среднем 1,4 раза, для сельских населенных пунктов – 1,3. Максимальные концентрации нефтепродуктов определены в промышленной зоне в г. Пинска – 2 910,5 мг/кг. В почвах агропромышленной зоны установлены содержания нефтепродуктов в окрестностях машинно-тракторного двора до 1 363,9 мг/кг и автопарка – 1 283,8 мг/кг.

Распределение тяжелых металлов в почвах городской среды также неравномерно и определяется характером хозяйственной деятельности. Наиболее высокие содержания тяжелых металлов зафиксированы в г. Пинске, где работает более 50 промышленных предприятий. В таблице 1 приведены данные среднего содержания нормируемых микроэлементов в почвах различных функциональных зон города. Наиболее высокие концентрации отмечены в районе очистных сооружений, где превышение ПДК [2] по цинку достигает 9, хрома – 3, меди – 1,5. На втором месте по уровням концентраций элементов в почвах стоят гаражные застройки. Средние концентрации элементов в почвах, по отношению к нормативным показателям, имеют превышения *Zn* в 5,5раз, *Cu* – 3,0, *Ni* – 2,5 раз. На юго-восточной окраине города в промзоне в пойме р. Пина отмечено превышение ПДК по никелю, меди и цинку. В районе завода искусственных кож и «Пинскдрев» концентрации выше значений ПДК установлены для цинка, никеля, меди, ванадия.

Содержание нефтепродуктов в почвах промышленной зоны г. Пинска в 80 % от всех проб не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Превышение нормативных показателей по содержанию нефтепродуктов отмечены также в жилой многоэтажной зоне г. Пинска, где превышение ПДК составляет 6,6 раз и жилой малоэтажной, где зафиксированы концентрации нефтепродуктов в 1,4 раза выше санитарных норм.

Таблица – 1 Среднее содержание нормируемых микроэлементов в почвах различных функциональных зон г. Пинска, мг/кг

| Функциональная зона | Ni | Co | V | Mn | Cr | Pb | Cu | Zn |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Промышленная, <i>n</i> = 7 | <u>32,5</u> 15–50 | <u>8,3</u> 1–20 | <u>78,3</u> 30–150 | <u>783,3</u> 500–1000 | <u>55,0</u> 20–70 | <u>23,0</u> 1–50 | <u>29,3</u> 15–50 | <u>115,7</u> 22–300 |
| Санирующая, <i>n</i> = 1 | 30 | 1 | 50 | 700 | 300 | 20 | 100 | 1000 |
| Гаражи, <i>n</i> = 1 | 50 | 5 | 100 | 1000 | 70 | 30 | 100 | 300 |
| Транспортная, <i>n</i> = 1 | 20 | 2 | 50 | 300 | 20 | 10 | 10 | 70 |
| Водозабор, <i>n</i> = 1 | 10 | 0,7 | 70 | 1000 | 20 | 7 | 10 | 30 |
| Жилая многоэтажная, <i>n</i> = 4 | <u>38,8</u> 15–70 | <u>5,3</u> 2–10 | <u>60,0</u> 30–70 | <u>600,0</u> 500–700 | <u>101,3</u> 15–300 | <u>13,3</u> 3–30 | <u>25,0</u> 15–50 | <u>47,5</u> 30–100 |
| Жилая малоэтажная, <i>n</i> = 3 | <u>25,0</u> 10–50 | <u>6,7</u> 2–15 | <u>56,7</u> 30–70 | <u>800,0</u> 700–1000 | <u>46,7</u> 20–100 | <u>14,3</u> 3–30 | <u>30,0</u> 20–50 | <u>60,0</u> 30–100 |
| Общественно-деловая, <i>n</i> = 5 | <u>20,0</u> 10–50 | <u>4,7</u> 0,7–15 | <u>46,0</u> 30–70 | <u>420,0</u> 200–700 | <u>37,0</u> 15–70 | <u>14,4</u> 7–30 | <u>18,0</u> 10–30 | <u>36,4</u> 22–70 |
| Примечание: в числителе – среднее содержание; в знаменателе – пределы колебаний | | | | | | | | |

Отложения зоны аэрации. В нижних слоях зоны аэрации городов Брестской области (в водной вытяжке) определялись 17 элементов, содержание нефтепродуктов, СПАВ и фенолов. Ниже чувствительности метода исследований были определены концентрации ванадия, марганца, стронция, бария, скандия, лития, бора. Концентрация

хрома во всех исследованных образцах составила $< 0,02$ мг/л, молибдена и мышьяка – $< 0,005$, ртути – $< 0,0005$ мг/л. Из 69 образцов в 17 % отмечено присутствие СПАВ и фенолов, наличие нефтепродуктов зафиксировано во всех пробах.

Результаты статистической обработки геохимических данных нижних слоев зоны аэрации показали, что наибольшие средние концентрации тяжелых металлов в водной вытяжке характерны для отложений верхнеплейстоценово-голоценового аллювиального горизонта (aIV). В этих же отложениях зафиксированы максимальные концентрации в водной вытяжке нефтепродуктов – 0,2690 мг/л, содержания СПАВ и фенолов достигают 0,0280 и 0,006 мг/л соответственно. Это связано с небольшими мощностями зоны аэрации, сложенными легкими по гранулометрическому составу отложениями и обладающими благоприятными условиями для миграции техногенных компонентов на глубину.

В целом, полученные геохимические данные свидетельствуют, что в зоне аэрации происходят активные процессы загрязнения за счет вертикальной миграции. Свидетелями, маркирующими эти процессы, выступают компоненты техногенного происхождения, определенные в нижних слоях зоны аэрации – нефтепродукты, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы, что негативно сказывается на состоянии грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта.

Донные отложения. Полученные результаты химических анализов показали, что значения суммарного показателя загрязнения донных отложений Брестской области по восьми нормируемым элементам (*Ni, Co, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, V*) варьируют в пределах от менее единицы до 24,6. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения по суммарному показателю практически все исследуемые отложения относятся к категории допустимого загрязнения ($Z_c < 16$) и только менее 3,0 % попадает в категорию опасного уровня загрязнения ($Z_c > 16$). Содержание нефтепродуктов зафиксировано в 70,3 % от всех опробованных донных отложений. Концентрация их варьирует от 0,19 до 1268,78 мг/кг. Присутствие СПАВ в донных отложениях определено в 56,5 % от общего количества. Наиболее часто встречается концентрация менее 0,025 мг/л. Содержание фенолов в донных отложениях зафиксировано в 10,9 % проб, их концентрация не превышает 0,003 мг/кг.

Большое влияние на формирование геохимии донных отложений оказывает урбанизация и промышленность, за счет поверхностного стока с территории городов. Отобранные образцы выше и ниже по течению городов показали, что в донных отложениях рек во всех рассмотренных случаях, отмечается отчетливая тенденция превышения содержаний загрязняющих соединений ниже городов: свинца в 1,4–4,0 раза, цинка – 1,4–3,3, аммонийного азота – 1,8–3,0, сульфатов до 142, нефтепродуктов – 1,3–52,0, фенолов до 4 раз.

Содержания сульфатов в донных отложениях превышают санитарные нормы в 13,9 % от всех исследованных проб, что является следствием как высоких содержаний этих соединений в компонентах ландшафта, так и процессов диагенеза в слоях на контакте вода–осадок. Концентрации подвижных соединений азота не превышают допустимые значения. В то же время следует подчеркнуть, что высокие концентрации сульфатов в донных отложениях, особенно в мелиоративных каналах, способствуют развитию неблагоприятной обстановки для жизнедеятельности растительности и живых организмов в водоемах. При этом отметим, что донные отложения, являясь продуктом как аллювиального литогенеза, так и сноса химических элементов в растворенном и взвешенном состоянии с прилегающих территорий, в основном обогащены в той же степени и ассоциацией тех же элементов, что и почвенный покров.

Поверхностные воды в регионе исследований (231 проба) относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу природных вод. Минерализация воды варьирует в широких пределах (от 55,61 до 2 641,48 мг/л) и в большинстве случаев не превышает установленных

гигиенических нормативов [2]. В 196 пробах (84 %) минерализация изменяется в пределах от 200 до 500 мг/л. В анионном составе поверхностных вод преобладают гидрокарбонаты. Концентрации сульфатов, хлоридов и нитратов в абсолютном большинстве проб не превышают установленных ПДК для поверхностных водных объектов. Содержание нитритов (NO_2) в поверхностных водах региона исследований изменяется в пределах от 0,005 до 1,8 мг/л. При этом превышения ПДК установлены в 28 пробах (12,1 %). Превышение ПДК по фосфатам в воде поверхностных водных объектов установлено в 65 из 187 отобранных проб (34,8 %), при этом более половины проб с превышением ПДК отобраны из рек и каналов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в поверхностных водных объектах максимальные концентрации гидрокарбонатов характерны для каналов и рек, наибольшие концентрации сульфатов, хлоридов для каналов и прудов, нитратного и нитритного азота преимущественно для прудов.

В составе катионов доминирует кальций и натрий. Концентрации катионов калия (K^+), кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}) и натрия (Na^+) не превышают установленных нормативов (ПДК). Концентрации азота аммонийного (NH_4^+) превышают ПДК (0,39 мг/л по NH_4^+) в 19 пробах (8,2 % от общего количества). Эти пробы отобраны преимущественно из каналов. Концентрации железа общего ($Fe_{общ.}$) в пробах варьируют в достаточно широких пределах (от 0,025 до 105,20 мг/л) при среднем значении 2,40 мг/л, превышение ПДК установлены в 85 пробах (79,4 % от общего количества).

Концентрации микроэлементов в воде поверхностных водных объектов Брестской области (рисунок 2) варьируют в широких пределах. Концентрации марганца, превышающие ПДК, установлены в 72 пробах (31,2 % от общего количества), меди – 19 пробах (8,2 %). Присутствие в водах фенолов в концентрациях, незначительно превышающие ПДК, установлены в 61 пробе воды (26,4 % от общего количества), из них: реки – 47 проб, каналы – 6, пруды – 2, озера – 4, водохранилища – 2.

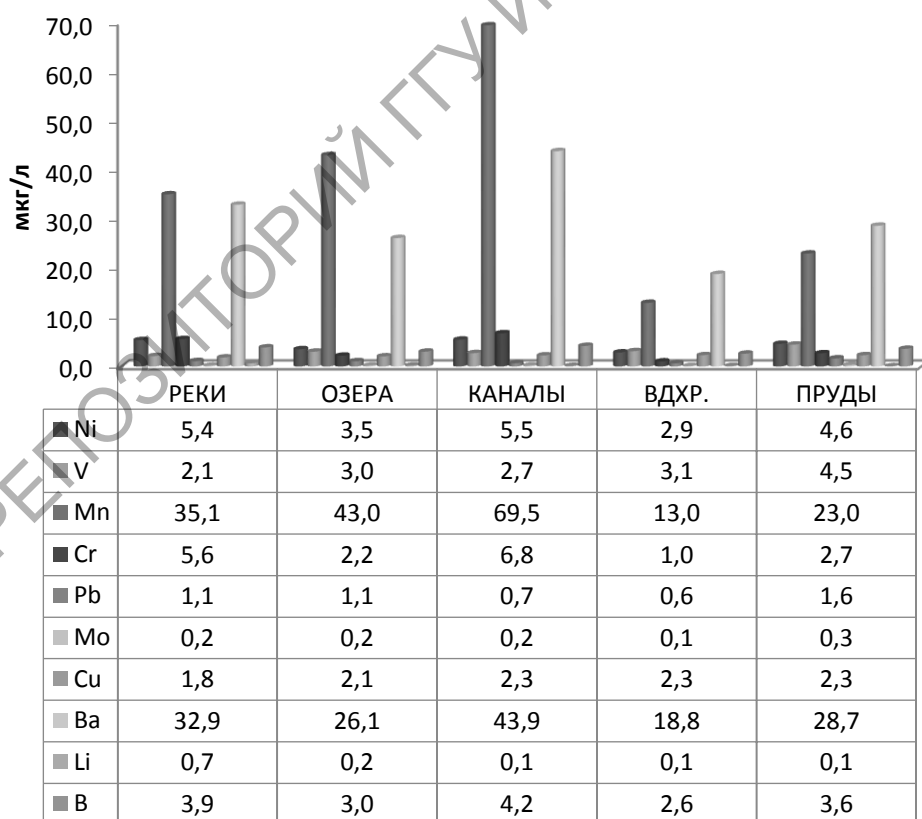


Рисунок 2 – Средняя концентрация основных микроэлементов по типам поверхностных водных объектов

Проведенный анализ химического состава поверхностных вод территории Брестской области позволил установить перечень наиболее экологически значимых загрязняющих веществ неорганического и органического происхождения, концентрации которых превышают установленные нормативы ПДК. К их числу относятся железо общее, марганец, фенолы, фосфаты, азот нитритный, азот аммонийный и медь.

К числу основных факторов формирования химической нагрузки на водные системы относится неорганизованный поверхностный сток с распаханых земель, доля которых в структуре земель сельскохозяйственного назначения в большинстве районов Брестской области составляет более 50 %, а также стоки объектов промышленности, энергетики, коммунального хозяйства и транспорта. При этом следует отметить, что повышенные уровни отдельных показателей качества (окисляемость) и содержания химических веществ (*Fe*, *Mn*, *V* и некоторых других компонентов) в значительной степени определяются природными факторами и, прежде всего, высокой долей заболоченных территорий.

Список литературы

1 Сает, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е.Сает, Б.А.Ревич, Е.П. Янин. – М. : Недра, 1990. – 335 с.

2 Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы 2.1.7.12-1. – 2004 // Сб. нормативных документов по разделу коммунальной гигиены. Минск. – 2005. – С. 25–45.

L.N.RYABOVA, I. A. ZALYGINA

GEOCHEMICAL STATE OF COMPONENTS OF LANDSCAPES OF BREST AREAL

Annotation. As a result of complex ecological and geochemical researches of the Brest area data characterizing from the geochemical point of view of component of landscapes (soils, breeds of zone of suspend water, ground sedimentations and surface-water) and the electronic maps of their contamination are made in a scale 1 are got: 200 000.