

УДК 911(476)

Л.Н. Рябова, Н.В. Михальчук

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТОВ СТОЛИНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты эколого-геохимического изучения ландшафтов Столинского района Брестской области. Составлена соответствующая карта. Выделены ландшафты, характеризующиеся наличием аномалий сильного уровня загрязнения почв некоторыми микроэлементами.

Введение

Потребности народного хозяйства – различные аспекты аграрной отрасли и здравоохранения, проблемы охраны природы, мониторинга окружающей среды – ставят задачи изучения особенностей миграции и концентрации химических элементов в ландшафтах. Основные успехи в этом направлении связаны с трудами М.А. Глазовской, В.В. Добровольского, А.И. Перельмана, К.И. Лукашёва, В.А. Кузнецова, Н.Н. Петуховой, Н.К. Чертко, И.А. Авессаломовой, Н.С. Касимова, В.А. Снытко и др. Значительное место в их работах уделено вопросом создания разнообразных карт, характеризующих ландшафтно-геохимические особенности территорий.

В Республике Беларусь для части Гомельской области составлена карта масштаба 1:2 000 000, которая ориентирована на прогноз перераспределения химических элементов в ландшафтах [3]. Целью настоящей работы является выяснение эколого-геохимической ситуации в ландшафтах Столинского района и создание соответствующей карты, которая отражала бы условия миграции и накопления элементов на геохимических барьерах, ассоциации концентрирующихся на них элементов, а также степень загрязненности территории, выраженной количественными параметрами.

Объект и методы исследования

Объектом исследования стали геохимические ландшафты Столинского района Брестской области. Здесь преобладают пойменные ландшафты с хорошо выраженными поймами и надпойменными террасами. Встречаются древнеозерные котловины, занятые болотами, часто осушенными; юг участка приурочен к краевой зоне Давид-Городокско-Туровского ополья. Разнообразие экологических режимов способствовало развитию пестрого почвенного покрова, контрастного по классам водной миграции элементов – от кальциевого до глеевого.

В основу работы положены результаты эколого-геохимического изучения территории, проводившегося в летний период 2007 г., а также данные, полученные за 1987 – 1995 гг. Исследования проводились маршрутно-катенарным методом, позволяющим учитывать закономерности формирования почвенного покрова и накопления химических элементов от водораздельных позиций до геохимически подчиненных ландшафтов.

Основными единицами классификации и картографирования являлись классы, роды, виды и фации ландшафтно-геохимических систем (ЛГС). При этом под ЛГС мы понимали геосистемы различных гипсометрических уровней, формирование и развитие которых связано с определенным химическим составом их компонентов и миграцией химических элементов между ними, что обеспечивает целостность системы. Учитывая, что одним из главных индикаторов всех процессов в геосистемах выступают почвы,

основное внимание при разработке ландшафтно-геохимической карты было уделено их физико-химическим свойствам.

В основу выделения класса ЛГС положена водная миграция химических элементов в почвах. На участке исследований распространены ландшафты, контрастные по типу миграций. Кальциевый $[Ca^{2+}]$ класс миграции приурочен к ландшафтам ополей. Кислый класс $[H^+]$ охватывает элювиальные и трансэлювиальные ландшафты с дерново-подзолистыми почвами, развитыми на флювиогляциальных и древнеаллювиальных песках. Кислые глеевые ландшафты $[H^+ - Fe^{2+}]$ приурочены к торфяно-болотным и лугово-торфяным почвам заболоченных участков поймы. В ландшафтах переходного от кислого к кислому глеевому классу $[H^+ \leftrightarrow H^+ - Fe^{2+}]$ развиты дерново-подзолистые оглеенные и луговые оглеенные почвы.

Выделение рода ЛГС основывалось на анализе рельефа как геохимического фактора и на геохимической классификации типов рельефа. Род отражает соотношение между автономными и подчиненными ландшафтами, определяет характер и интенсивность водообмена. Вид в ландшафтах определяется литологическим типом почвообразующих и подстилающих пород.

Ландшафтно-геохимические фации (ЛГФ) выделяли по [4]. Они определяются режимом увлажнения, что обуславливает формирование латерального и радиального миграционных потоков и объединяет элементарные геохимические ландшафты в геохимические сопряжения и каскадные ландшафтно-геохимические системы. С учетом водно-химических свойств почв, их гранулометрического состава и господствующих тенденций влагомассопереноса элементарные ландшафты объединены в 3 группы:

- ландшафты прямой связи (ПС) почвенной влаги с грунтовыми водами (элементарные ландшафты с залеганием почвенных вод на глубине (0,5–1,5 м): ПС-1 – микроповышения в рельефе, ПС-2 – выровненная местность, ПС-3 – микрозападины;
- ландшафты затрудненной связи (ЗС) – микрозападины;
- ландшафты с отсутствием связи (ОС) почвенной влаги с грунтовыми водами (залегают глубже 3,0–5,0 м или экранируются водонепроницаемыми отложениями).

Количественная и качественная оценка экологического состояния ландшафтов исследованной территории выполнена на основании суммарного показателя концентраций (СПК), определяемого как сумма превышений концентраций микроэлементов над фоновыми значениями. Определение локальных геохимических аномалий основано на особенностях пространственной изменчивости СПК. Выделение на карте участков различных уровней загрязненности микроэлементами основывалось на следующих показателях: при СПК до 8 – фоновое содержание микроэлементов; 8–16 – слабый уровень загрязнения ландшафтов микроэлементами; 17–32 – средний уровень; 33–64 – сильный уровень загрязнения ландшафтов микроэлементами [1; 2].

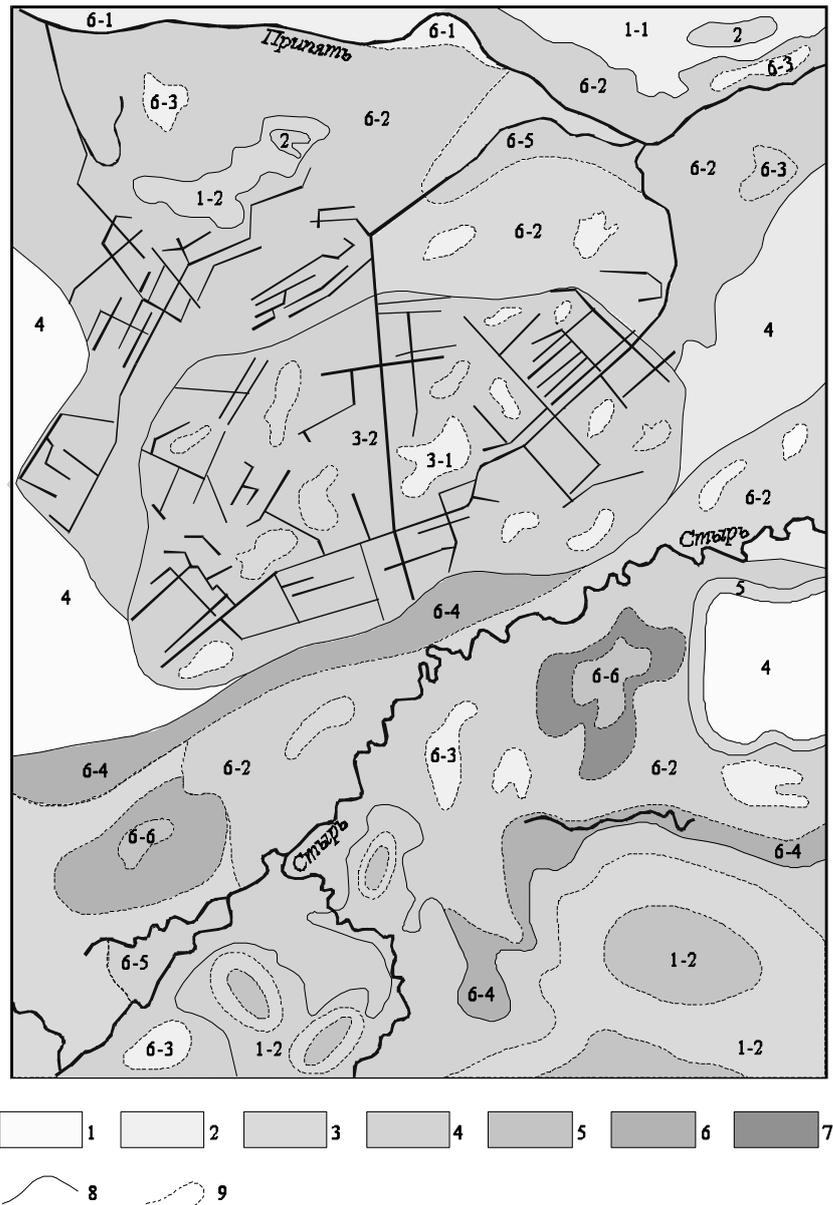
При составлении эколого-геохимической карты за фоновые концентрации микроэлементов принимались средневзвешенное содержание элементов в почвах элювиальных ландшафтов, приуроченных к водно-ледниковой равнине ($n = 36$), где среднее содержание Fe – 0,80%, Pb – 10 мг/кг, Ni – 12, Cr – 15, V – 10, Mn – 150, Cu – 14, Co – 4, Ba – 200, Y – 10, Yb – 1 мг/кг; концентрации в этих почвах Zn, Sr находятся ниже предела чувствительности эмиссионного спектрального анализа.

Результаты и обсуждение

На модельном участке исследований «Федоры – Лопатино» в Столинском районе выделено семь геохимических ландшафтов (рисунок 1).

К *элювиальному ландшафту* относятся: 1) плосковолнистая водно-ледниковая равнина с абсолютными отметками 140–150 м, сложенная песками, подстилаемыми

опесчаненными суглинками, местами с включением гальки. Основная растительная ассоциация – сосняк зеленомошный, почва дерново-подзолистая песчаная, гумусовый горизонт мощностью 12–17 см, содержание $C_{орг}$ – 1,5–3,0%. Преобладают типы миграции: окислительный $[H^+]$ и периодически слабо-восстановительный $[H^+ \leftrightarrow H^+ - Fe^{2+}]$. Уровень грунтовых вод залегает на глубине 3–5 м. Ландшафт относится к ЛГФ с отсутствием связи почвенной влаги с грунтовыми водами. В почвах преобладает слабокислая и близкая к нейтральной среда (pH_{KCl} 5,3–6,2). Основные геохимические барьеры – кислородный и сорбционный. Отмечаются вышефоновые концентрации Fe, V и Pb. Величина СПК составляет 8,0, что соответствует слабому (близкому к фоновому) уровню загрязнения ландшафта микроэлементами;



Условные обозначения: СПК: 1 – менее 8 (ниже фона), 2 – 8–16, 3 – 17–20, 4 – 21–30, 5 – 31–40, 6 – 41–50, 7 – более 50 (выше фона), 8 – границы ландшафта, 9 – границы фации

Рисунок 1 – Эколого-геохимическая карта

участка исследований «Федоры – Лопатино»

2) вторые надпойменные эрозионно-аккумулятивные террасы, сложенные карбонатными суглинками, песками, супесью. Уровень грунтовых вод залегает на глубине 3 м – ландшафт соответствует ЛГФ с отсутствием связи почвенной влаги с грунтовыми водами. В пределах данного ландшафта представлены сочетания дерново-карбонатных и дерново-глеевых почв. Мощность гумусовых горизонтов здесь достигает 20 см, содержание органического углерода колеблется от 2,0 до 4,0%. Эти почвы полностью распаханы (старопахотные земли). Преобладают типы миграции элементов: кальциевый $[Ca^{2+}]$, окислительный $[H^+]$, периодически слабо-восстановительный $[H^+ \leftrightarrow H^+ - Fe^{2+}]$. Почвенная среда чаще всего нейтральная и слабощелочная. Основные геохимические барьеры – совмещенный (карбонатный, нейтральный, слабощелочной), сорбционный, кислородный. Отмечаются вышефоновые концентрации в почвах на карбонатных песках и супесях V, Mn, Y, Yb, Co, Ni, Cu, Pb, Ti, Ba. Величина СПК достигает 36,0, что позволяет отнести элювиальный ландшафт с дерново-карбонатными почвами к категории ландшафтов с сильным загрязнением микроэлементами. В дерново-глеевых почвах накапливаются Fe, V, Ni, Cu, Co, Mn; величина СПК составляет 18, что свидетельствует о среднем уровне загрязнения территории микроэлементами.

К *аккумулятивно-элювиальному ландшафту* относятся верховые болота с отсутствием привноса почвенной влаги с грунтовыми водами. Это открытые или облесенные низкостелатной сосной обыкновенной, изредка с примесью березы пушистой олиготрофные болота, характеризующиеся исключительно атмосферным водным питанием, выпуклым рельефом поверхности. Здесь распространены торфяно-болотные верховые почвы. Преобладают периодически восстановительно-окислительный и глеевый типы миграции химических элементов. Мощность торфа невелика – 25–40 см, отличительной чертой этого торфа является низкое содержание золы – от 7 до 15%. В этих ландшафтах действуют биохимический, сорбционный, глеевый барьеры, на которых концентрируются Zn, Pb, V, Mn, Cu, Fe. Величина суммарного превышения концентрации микроэлементов над фоновыми значениями достигает 22, что позволяет отнести ландшафт к территории со средним уровнем загрязнения.

К *элювиально-аккумулятивному ландшафту* приурочены древнеаллювиальные равнины с повышениями и понижениями в рельефе. Почвы этого ландшафта мелиорированы и полностью распаханы.

На повышенных участках рельефа почвообразующими породами являются пески, супеси, суглинки, где развиваются дерновые и дерново-глееватые почвы. Преобладают окислительный и периодически слабо-восстановительный на глубине типы водной миграции элементов. Уровень грунтовых вод более 3 м, поэтому ЛГФ отличаются затрудненной связью почвенной влаги с грунтовыми водами (ЗС-1). Мощность гумусовых горизонтов невелика (10–15 см), почвы имеют слабокислую и близкую к нейтральной среде, содержание органического углерода изменяется от 1,5 до 3,0%. Действуют кислородный слабокислый и глеевый (в нижних слоях почв) барьеры, на которых концентрируются Cu, Fe, Pb, V, Mn, Ni, Co. Величина СПК колеблется от 14 до 18, что соответствует слабому, близкому к среднему уровню загрязнения микроэлементами.

На понижениях формируются торфяно-болотные и дерново-глеевые почвы, мощность гумусовых горизонтов которых составляет 15–45 см, содержание органического углерода 2,2–16,8%. Они характеризуются кислыми условиями среды. Уровень залегания грунтовых вод 1,5 м, поэтому ландшафт отличается прямой связью почвенной влаги с грунтовыми водами (ПС-3). Действуют биогеохимический,

кислородный, глеевый и сорбционный барьеры, на которых накапливаются Fe, Ni, Mn, Pb, V, Cu, Co, Ba. Суммарное превышение концентрации элементов над фоновыми составляет 21–23 – ландшафты со средним уровнем загрязнения микроэлементами.

К *трансэлювиальному ландшафту* принадлежат пологоволнистые надпойменные террасы с дюнами и западинами, имеющие абсолютные отметки 120–130 м, сложенные песками мощностью более 3 м. Здесь произрастают сосняки с березой; почвы дерново-подзолистые слабоподзоленные глееватые, гумусовые горизонты мощностью 8–15 см, количество $C_{орг}$ – 0,5–1,5%. Преобладает окислительный тип миграции элементов. Уровень грунтовых вод залегает на глубине более 3 м, ландшафт характеризуется затрудненной связью почвенной влаги с грунтовыми водами (ЗС-1). Величина $pH_{КСІ}$ колеблется от 6,5 до 7,0. Геохимические барьеры – кислородный, слабокислый, нейтральный, в нижних слоях глеевый. Содержание элементов в почвах находится в пределах или ниже фоновых концентраций.

К *трансаккумулятивному геохимическому ландшафту* относятся нижние части склонов надпойменных террас, где основными растительными ассоциациями являются березово-сосново-осиновые. Здесь формируются дерново-подзолистые глееватые почвы на делювиальных песках и супесях. Мощность гумусовых горизонтов колеблется от 10 до 20 см, содержание в них органического углерода изменяется от 1,5 до 2,5%. Условия среды в почвах кислые – pH 4,6–4,7. Преобладают окислительный (в верхней части профиля) и периодически слабо-восстановительный (на глубине) типы водной миграции элементов. Уровень грунтовых вод фиксируется на глубине от 1,0 до 1,5 м, поэтому ЛГФ характеризуются прямой связью почвенной влаги с грунтовыми водами (ПС-1). Формируется механический, кислородный, кислый геохимические барьеры, на которых накапливаются Fe, Mn, V, Ni, Cu, Cr; суммарное превышение концентраций элементов над фоновыми содержаниями 15–17, что соответствует слабому уровню загрязнения.

К *супераккумулятивному геохимическому ландшафту* относятся прирусловая пойма с прирусловыми валами и понижениями, центральная пойма с повышениями, притеррасная пойма с понижениями, староречьями, устьевые участки потоков, древнеозерные котловины, занятые низинными болотами. Уровень залегания грунтовых вод изменяется от 0,5 до 2,0 м, в связи с чем имеется прямая связь почвенной влаги с грунтовыми водами.

Прирусловая пойма сложена аллювиальными песками, супесями, реже суглинками. Основной ценоз – луговой разнотравно-злаковый, почва дерново-аллювиальная песчаная и дерново-аллювиальная глееватая, мощность гумусового горизонта 5–10 см, содержание $C_{орг}$ – 0,8–15%. Условия среды слабокислые. Уровень грунтовых вод 1,5 м; ландшафт характеризуется прямой связью почвенной влаги с грунтовыми водами (ПС-1). Здесь преобладает кислородный слабокислый, сорбционный, в нижних слоях – глеевый геохимические барьеры, на которых концентрируются Fe, Ni, Pb; величина СПК колеблется от 1 до 6, что свидетельствует о фоновом содержании элементов.

Центральная пойма сложена аллювиальными песками, супесями, суглинками, в понижениях отмечается торф. Характерны периодически восстановительно-окислительный $[H^+ \leftrightarrow H^+ - Fe^{2+}]$, окислительный $[H^+]$ и глеевый $[H^+ - Fe^{2+}]$ типы миграции элементов. Основные растительные ассоциации – луговые разнотравно-злаковые, почвы – лугово-болотные, дерново-аллювиально-глееватые, тофяно-глееватые.

На повышенных участках рельефа мощность гумусовых горизонтов возрастает до 15–25 см, содержание $C_{орг}$ до 3,2–7,4%. Величина $pH_{КСІ}$ в почвах колеблется

от 5,6 до 6,2. Основные геохимические барьеры – сорбционный, кислородный, слабокислый, глеевый. В почвах концентрируются V, Cr, Mn, Cu, Pb, Ni. Величина СПК около 12, что характеризует центральную пойму с повышениями в рельефе как территорию со слабым уровнем загрязнения микроэлементами.

На пониженных участках рельефа центральной поймы мощность гумусовых горизонтов почв увеличивается до 20–32 см, содержание органического углерода колеблется от 4,5 до 10,2%, кислотность повышается с изменением pH в пределах 4,6–5,2. В почвах на пониженных участках поймы формируются биогеохимический, механический, сорбционный, кислородный и глеевый барьеры, на которых концентрируются Fe, Pb, Mn, Cu, Ni, Cr, Co, Ba, Y, Yb. Величина СПК колеблется от 18 до 24, что позволяет классифицировать средний уровень загрязнения ландшафта микроэлементами. В притеррасной пойме доминируют торфяно-глеевые и дерново-глеевые почвы, мощность гумусовых горизонтов составляет 20–32 см, содержание $C_{орг}$ – 6,5–9,6%, величина $pH_{КСІ}$ колеблется от 5,2 до 6,5. В почвах формируются механический, биогеохимический, сорбционный, кислородный кислый, глеевый геохимические барьеры, на которых накапливаются Sr, Fe, V, Cu, Pb, Ni, Y, Yb, Cr, Mn, Co, Ba, Ti. СПК варьирует в пределах 41–50, фиксируется аномалия сильного загрязнения почв микроэлементами.

Для устьевых участков свойственны окислительный и восстановительно-окислительный типы миграции элементов. Почвенный покров представлен дерново-аллювиальными разновидностями, мощность гумусовых горизонтов которых равна 20–25 см, количество $C_{орг}$ 4,3–5,2%. Условия среды в почвах – слабокислые и нейтральные. На механическом, биогеохимическом, кислородном слабокислом, нейтральном, глеевом барьерах концентрируются Fe, V, Mn, Pb, Cu, Co, Ti. Величина СПК составляет 30–32 – ЛГФ относятся к среднему уровню загрязнения.

Древние озерные котловины, в пределах которых развиваются торфяно-болотные и торфяно-глеевые почвы, отличаются аномально высокими показателями СПК – 40–56. Наибольшие значения этого показателя отмечаются в краевых зонах, где на биогеохимическом, сорбционном, кислородном кислом и глеевом барьерах накапливаются выше значений ПДК Zn, Co, V, Cu, Ni, Cr, Pb. В центральной части осушенного болотного массива накопление элементов (по отношению к фону) значительно ниже, при этом порядок их накопления сохраняется.

К *субаквальному (подводному) ландшафту* относятся донные осадки р. Припять, Стырь, илы старичных и озерно-старичных водоемов. В песчаных и супесчаных донных отложениях рек и озер содержание $C_{орг}$ составляет 0,5–2,0%, $pH_{КСІ}$ – 5,3–7,6. В них незначительно накапливаются Co, V, Pb, Cr. Ландшафт имеет фоновый уровень содержания микроэлементов. В донных илах стариц содержание $C_{орг}$ достигает 6,0%; они отличаются кислыми условиями среды ($pH_{КСІ}$ 4,7) и накоплением V, Mn, Cu, Cr, Pb. Величина СПК достигает значений 20–22 – ландшафт относится к категории среднего уровня загрязненности микроэлементами.

Выводы

Анализ собранной информации демонстрирует выраженную неоднородность эколого-геохимической ситуации на участке исследований «Федоры – Лопатино» в Столинском районе. Наиболее благоприятные экологические условия создаются на террасах, сложенных песчаными отложениями и отличающихся близкими к фоновым уровнями накопления микроэлементов. В то же время эколого-геохимическая обстановка в заболоченных ландшафтах характеризуется повышенной напряженностью. В них формируются аномалии сильного уровня загрязнения (СПК 40–56), где накапливаются Sr, Zn (в других ландшафтах эти элементы не фиксируются).

В краевых зонах болот выше значений ПДК отмечаются концентрации никеля (1,8), меди (1,6), свинца (1,4).

Работа выполнена при финансовой поддержке «БРФФИ-Брест-06», проект №Х06Б-004

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Мокаленко, Н.Н. Геохимическая оценка загрязнения окружающей среды Ленинского района Москвы / Н.Н. Мокаленко, В.С. Смирнова // Экология и охрана природы Москвы и Московского района. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – С. 172–177.

2 Никифорова, Е.М. Эколого-геохимическая оценка последствий химизации почв западного Подмосковья / Е.М. Никифорова, Л.И. Горбунова // Почвоведение. – 2001. – № 1. – С. 107–117.

3 Петухова Н.Н. Ландшафтно-геохимическая карта как основа рационального природопользования / Н.Н. Петухова, Я.И. Аношко, С.Л. Романов // Природные ресурсы. – 1998.– № 1. – С. 84–97.

4 Собонович, Э.В., Бондаренко Г.Н., Кононенко Л.В. Геохимия техногенных радионуклидов / Э.В Собонович, Г.Н. Бондаренко, Л.В. Кононенко. – Киев, 2002. – 332 с.

L.N. Rjabova, N.V. Mikhailchuk. Ecological-Geochemical Characteristics of the Landscapes of Stolin District Brest Region

The results of ecological-geochemical study of the landscapes of Stolin District, Brest Region are given. The correspondent map is made up. The landscapes where the soils are characterized by strongly anomalous contamination by some elements are singled out.