

УДК 911.2:550.4

М.С. Козырева¹**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛАНДШАФТОВ УRSУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛТАЙ)²**

Предложена программа ландшафтно-геохимических исследований при антропоэкологической оценке территории. Выявлены гидрохимические и биогеохимические особенности ландшафтов бассейна р. Урсул (Центральный Алтай). На основании данных гидрохимического опробования установлено, что все питьевые источники в исследуемых селах соответствуют нормативам ГОСТа по минерализации и жесткости, но в них обнаружены локальные аномалии с превышением ПДК по свинцу и кадмию. Особенности металлогении района создают предпосылки для накопления Cd не только в почвах, но и в водах. Ограничение в горно-степных почвах подвижности катионогенных элементов (Mn, Zn, Cu) приводит к их низкому содержанию в кормовых растениях.

Ключевые слова: геохимия ландшафта, эколого-геохимическая оценка, геохимические параметры, антропоэкология.

Введение. Вопрос о взаимодействии природной среды и человека поднимался в научной литературе в нашей стране и за рубежом неоднократно. Им занимались Д.Н. Анучин, А.А. Крубер, Ф. Ратцель, Ж. Реклю [22], отразившие в своих работах идею о необходимости всестороннего анализа воздействия природных и социальных условий на организм человека. Взаимоотношения человека и окружающей среды в современных работах рассматриваются в нескольких аспектах.

Во-первых, в связи с концепцией антроподемоэкологических систем [18–20], организация которых предполагает взаимообусловленные состояния человека и среды и их изменения. Во-вторых, в некоторых работах рассмотрены адаптивные реакции в процессе антропогенеза [2, 3], в других — медико-географические аспекты, взаимосвязь географических свойств территорий и здоровья населения [15]. Кроме того, есть направление, изучающее факторы, влияющие на физиологические особенности организма человека [12, 17].

С экологической точки зрения предлагается рассматривать здоровье как основной критерий оценки состояния человека, как полное физическое, психическое, социальное и нравственное благополучие, а не только как отсутствие болезней или физических дефектов [9]. В то же время здоровье населения — основной критерий качества среды, определяемый набором факторов, в том числе геохимических.

По А.Г. Исаченко [13], обеспеченность человека жизненно важными ресурсами оценивается через экологический потенциал территории, в котором геохимические условия относятся к факторам, определяющим комфортность и степень благоприятности и неблагоприятности среды. Воздействие геохимических факторов на организм человека может быть как прямым (через питьевые воды), так и косвенным (через тро-

фические связи, возникающие в пищевых цепях). Поэтому важную роль в решении антропоэкологических проблем играет оценка биогеохимических особенностей ландшафта [3, 5].

Постановка проблемы. Цель исследования — определение ландшафтно-экологических условий проживания местного населения в бассейне р. Урсул в Онгудайском районе (Центральный Алтай), при этом решались следующие задачи: 1) определение последовательности ландшафтно-геохимического анализа в антропоэкологических исследованиях; 2) анализ ландшафтной структуры территории на эталонных участках; 3) выбор информативных показателей эколого-геохимической оценки ландшафтов; 4) выявление уровня содержания химических элементов в водах, почвах и растениях в бассейне р. Урсул и их сравнение с ПДК.

Материалы и методы исследований. Объект изучения — горно-степные и горно-лесные ландшафты Урскульской котловины на Центральном Алтае. Полевые работы проводились на 4 эталонных участках, расположенных в разных частях бассейна р. Урсул и отличающихся по ландшафтной структуре, — в поселках Ело, Теньга, Кулада и Онгудай. Сбор данных проводили с помощью методов полевых комплексных физико-географических и ландшафтно-геохимических исследований, включающих ландшафтное профилирование и картографирование. Ландшафтные профили были заложены по катенарному принципу — от водораздельных поверхностей к поймам рек. Комплексное описание опорных точек, которые выбраны в доминантных и субдоминантных природно-территориальных комплексах (ПТК), проводили по методике, изложенной в работе В.К. Жучковой [11]. Всего было заложено 8 профилей, включающих

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, аспирантка; e-mail: alvarus9@gmail.com

² Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 10-06-00318-а и 12-06-00096-а).

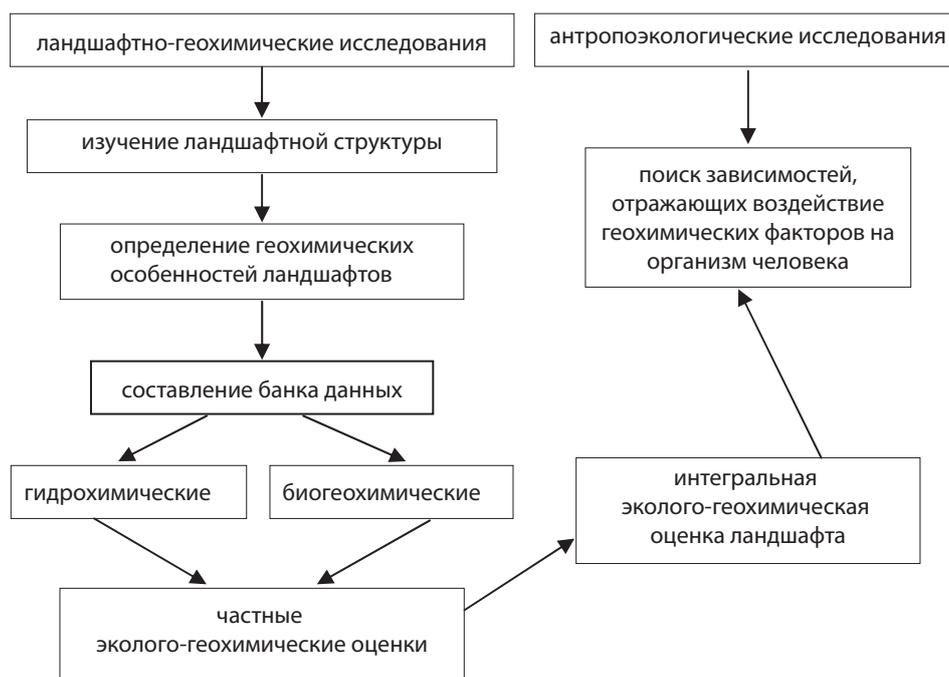
40 точек. Геохимический анализ проводили для трех природных компонентов — воды, почвы и растений. Цель биогеохимического опробования — установление запасов фитомассы и минеральных веществ в растительных ассоциациях, степень интенсивности элементов в биогеохимическом круговороте, а также определение уровня содержания микроэлементов в золе растений. Всего сделано 15 укосов с площади 50×50 см. Укосы были разобраны на злаки, осоки, бобовые и разнотравье (всего 35 проб). Образцы доводили до воздушно-сухого состояния путем просушки в тени в течение 2–3 дней и взвешивали. Для определения фракционной структуры фитомассы полученные данные пересчитаны в ц/га. Для установления уровня содержания элементов в почвах и интенсивности биологического поглощения в цепи почва–растение при опробовании почв взяты образцы из органогенного горизонта А1 (36 образцов).

При гидрохимическом опробовании отобраны пробы воды (20 образцов) в источниках водоснабжения населения: колонках, колодцах, водопроводах, родниках, а также в реках Урсул, Теньга и Онгудайка. Анализ воды выполнен в филиале ИВЭП СО РАН в Кызыл-Озёке под руководством О.А. Ельчаниновой. В образцах определяли стандартный 8-компонентный состав (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), общую минерализацию, жесткость, рН и микроэлементы (Zn, Cd, Pb, Cu и Mn). Для эколого-геохимической оценки вод составляли таблицы для сравнения концентрации элементов с ГОСТом 51232-98 для питьевых вод. Почвы и золу растений анализировали в московской научно-исследовательской фирме «ВИТАХИМ». Подвижные формы макроэлементов определяли в водной вытяжке (катионы и анионы)

[8, 9, 23–25], для микроэлементов определяли валовое содержание [21]. При обработке аналитических данных рассчитывали параметры биогенной и водной миграции, для расчета использованы кларки литосферы по А.П. Виноградову [5].

На основе литературных данных и проведенных исследований составлена обобщенная схема, отражающая основные этапы ландшафтно-геохимического анализа при антропоэкологическом изучении территории (рисунок). Ландшафтный блок включает изучение ландшафтной структуры и создание карт, которые отражают организацию территории и условия миграции химических элементов. Второй этап посвящен определению геохимических особенностей ландшафтов и выбору показателей для антропоэкологической оценки. Геохимические исследования выполнены для химических элементов, поступающих в организм человека как непосредственно — от источников питьевого водоснабжения, так и косвенно — через пищевые ресурсы растительного и животного происхождения, что требует изучения биогеохимических связей между растениями и почвами.

На основе данных о содержании химических элементов в водах, почвах и растениях и в результате сопоставления их со значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) сделаны частные эколого-геохимические оценки по отдельным параметрам, что позволило определить степень опасности концентраций элементов в каком-либо компоненте ландшафта. Затем проводилась интегральная оценка по всем компонентам для каждого ландшафта, что позволяет определить общую степень благоприятности ландшафтных условий для проживания населения. После составления банка данных на заключительной стадии



Этапы ландшафтно-геохимического анализа при антропоэкологическом изучении территории

ландшафтно-геохимического этапа искали взаимосвязи состояния населения от геохимической ситуации в ландшафтах. В статье рассмотрена только ландшафтно-геохимическая часть.

Результаты исследований и их обсуждение. Ландшафтная структура исследованных участков. Эталонные участки расположены в Урскульской котловине, которая относится к Центрально-Алтайской физико-географической провинции Алтайской горной области. Четыре эталонных участка выбраны в районе сел Ело, Теньга, Кулада и в административном центре — пос. Онгудай. Все населенные пункты расположены в широком котловинообразном понижении (Урскульская котловина), дренируемом р. Урсул и его притоками. С юга территория ограничивается Теректинским хребтом с абсолютной высотой до 2821 м (г. Учумдек), с севера — отрогами Семинского хребта. Абсолютная высота колеблется от 833 м (пос. Онгудай) до 994–1040 м (Ело, Теньга, Кулада), все поселки приурочены к 2-м надпойменным террасам, сложенным песчано-галечниковыми и мелковалунными отложениями. Климатические условия способствуют развитию здесь степей — луговых, настоящих и сухих с обыкновенными южными черноземами и каштановыми почвами. В ландшафтной структуре района исследований в нижнем поясе гор преобладают экспозиционно-лесостепные комплексы, сменяющиеся на террасах Урсула, Каракола и других рек степными. Разная абсолютная высота способствует распространению в верхней части бассейна, в районах сел Ело и Теньга, луговых и настоящих степей, в средней части бассейна (с. Кулада) — настоящих. В нижней части бассейна, в районе пос. Онгудай, преобладают настоящие и сухие степи с высокой антропогенной нарушенностью.

По ландшафтно-геохимической классификации горно-лесные ПТК на всех эталонных участках относятся к классу Н-Са, горно-степные — к классу Са, среднегорные луговые — к классам Са-Fe и Са. Супер-

аквальные ПТК с пойменными лугами около сел Ело, Кулада и пос. Онгудай относятся к классу Н-Fe, около с. Теньга — к классу Са. Каждый населенный пункт характеризуется своими особенностями ландшафтной организации. Основная специфика ландшафтной структуры эталонного участка Ело — широкая (до 2 км) и вытянутая вдоль реки котловина, выполненная древнеозерными песчано-суглинистыми отложениями. Примерно в центре котловины с северо-востока на юго-запад протягивается цепочка останцов коренных пород, представленных хлоритовыми сланцами и алевритами, которые перекрыты коллювиально-пролювиальными суглинками. Луговые степи присутствуют островами по логам на черноземах обыкновенных. Для Теньгинского эталонного участка характерно наличие островных степей в Теньгинской котловине. Луговые степи на пойме присутствуют только со стороны р. Теньга, в пределах Теньгинской тектонической депрессии.

На Каракольском эталонном участке останцы коренных пород перегораживают долины маленьких рек Нижняя и Верхняя Кулада. Эти внутренние области, представлявшие в прошлом расширенные участки долины с лугами на черноземах обыкновенных, в настоящее время полностью распаханы и используются под посев злаковых культур. Онгудайский эталонный участок расположен на обоих берегах р. Онгудайка и на правом берегу р. Урсул. В долине р. Онгудайка на пойме находятся сохранившиеся березово-лиственничные с участием пихты высокотравные леса на горно-лесных серых оглеенных почвах. Ландшафтная структура каждого эталонного участка служит каркасом для формирования геохимических условий, косвенно или прямо воздействующих на организм человека.

Эколого-геохимическая оценка вод. В результате анализа химического состава поверхностных и подземных вод выявлена высокая пространственная изменчивость гидрохимических параметров в бассейне р. Урсул (табл. 1). Из данных этой таблицы видно, что

Таблица 1

Гидрохимические показатели воды в Онгудайском районе (20 проб)

Гидрохимические показатели			ПДК питьевых вод
	Речные воды	Подземные воды	
Минерализация, мг/л	113,5–392,8	209,0–614,3 (1303,0)	1000
HCO ₃ ⁻ , мг/л	73,2–292,8	115,9–402,6	—
SO ₄ ²⁻ , мг/л	7,3–86,1	7,5–58,9 (184,5)	500
Cl ⁻ , мг/л	7,0	7,0–63,0 (462,0)	350
Ca ²⁺ , мг/л	8,0–28,0	12,0–40,0 (124,0)	—
Mg ²⁺ , мг/л	4,8–45,6	16,8–55,2 (196,8)	—
Na ⁺ + K ⁺ , мг/л	0,3–44,5	1,1–70,3	200
Общая жесткость, мг-экв/л	1,0–4,6	1,4–6,4 (22,6)	7,0
pH	6,3–8,0	6,5–7,4	6,0 8,0

Примечание. В скобках — экстремальные значения в отдельных точках; — нет данных.

минерализация подавляющего большинства вод удовлетворяет требованиям, предъявляемым к водам питьевого водоснабжения. Это пресные воды средней жесткости с минерализацией от 130 до 600 мг/л и гидрокарбонатно-магниевым составом [1]. Наиболее неблагоприятные солоноватые грунтовые воды с высокой минерализацией встречены в колодце глубиной 10 м в с. Кулада (1303 мг/л). Их использование в качестве питьевых нежелательно, так как высокое содержание химических элементов может вызвать заболевание органов желудочно-кишечного тракта, причем в первую очередь у детей. Повторный отбор вод поздней осенью из того же колодца зафиксировал снижение содержания основных ионов, что может быть связано с непостоянством и сезонной изменчивостью гидрохимических параметров и требует дополнительной проверки.

В обобщенном виде ряд элементов водной миграции по уменьшению коэффициента водной миграции имеет следующий вид: $Cl > S > M > Ca > Na$. Наиболее подвижные элементы — Cl (105–790) и S (14–198). В бассейне Урсула преобладание Mg (45,6 и 55,2 мг/л) над Ca (28 и 40 мг/л) характерно для всех вод. Вероятно, это обусловлено тем, что в среднем течении Урсула и в бассейне Каракола в субмеридиональном направлении протягивается урскульский ряд габбродолеритовых комплексов, представленных штоками, силлами и дайками высокотитанистых габбро, габбродолеритов, габбропорфиритов и базальтов, для которых характерен высокий кларк концентрации магния. Также можно отметить превышение нормативов в несколько раз в колодце у школы в пос. Кулада по всем показателям (в табл. 1 данные приведены в скобках).

В процессе жизнедеятельности человек нуждается в широком наборе микроэлементов, выполняющих важные физиологические функции [12]. При этом часть элементов непосредственно поступает в организм человека через питьевую воду, что требует знания их содержания при эколого-геохимической оценке. Согласно гигиеническим нормативам, в водах питьевого назначения содержание Zn и Cu в обследованных источниках не превышает ПДК (табл. 2). В то же

время их концентрация в водах отличается большой вариабельностью. В районе сел Теньга и Ело она ниже по сравнению со средними данными для речных вод всего бассейна [10]. Концентрация в воде Mn , физиологическое значение которого заключается в участии в составе ферментов, влияющих на развитие хрящевых клеток и образование костной ткани, меняется от допустимой до близкой к ПДК и превышает ее. Самая неблагоприятная ситуация с ухудшением органолептических свойств воды (третий класс опасности) складывается в районе пос. Онгудай, где его содержание в 1,5–2 раза выше ПДК (233,3 мг/л). С учетом санитарно-токсикологической вредности Pb (второй класс опасности) выделяется район с. Кулада, где содержание этого элемента превышает ПДК в водах р. Арыгем, его притоках, источниках возле села и особенно в колодце у школы в самой Куладе (0,03–0,13 мг/л). Высокая токсичность Cd требует повышенного внимания к его содержанию в воде, так как в большинстве опробованных источников оно превышает ПДК. Поскольку химические свойства Cd и Zn близки, возможно замещение цинка кадмием в организме человека при пониженном содержании в воде первого. Токсичность избытка свинца, особенно у детей в раннем возрасте, усиливается недостатком кальция [17, 19].

Биогеохимические показатели горностепных ландшафтов. Содержание химических элементов в почвах. При оценке содержания химических элементов в почвах основное внимание уделялось микроэлементам. Содержание гумуса, макроэлементов и значения pH в водных вытяжках почв приведены в качестве характеристики общей обстановки водной миграции и биогенной аккумуляции элементов в почвах. Щелочно-кислотные условия меняются от слабокислых в лугово-болотных аллювиальных почвах до слабощелочных в черноземах южных, хотя в большинстве случаев преобладает нейтральная среда. Значения pH увеличиваются в черноземах обыкновенных в средних частях склонов при повышении карбонатности почв. В заболоченных частях пойм значения pH минимальны (5,13), что может влиять на увеличение миграции тяжелых металлов, увеличивая их подвижность.

Таблица 2

Содержание микроэлементов (мг/л) в водах Онгудайского района (20 проб)

Элемент	Речные воды	Подземные воды	Среднее содержание в речных водах, по [16]	Гигиенические нормативы ПДК
Zn	0,0074–0,0824	0,0051–0,1026	0,002	1
Cd	н/о– 0,0034	н/о– 0,0038	0,2	0,001
Pb	0,0011–0,0535	0,0041– 0,1039	0,001	0,03
Cu	0,0008–0,0709	0,0013–0,0588	0,007	1
Mn	0,0047–0,2333	0,0111– 0,176	0,01	0,1

Примечание. н/о — не определено, полужирный — значения, превышающие ПДК.

В трансэлювиальных степных элементарных ландшафтах (ЭЛ) пологих склонов с настоящими степями на черноземах обыкновенных в сс. Ело, Теньга и пос. Онгудай количество гумуса составляет 6–8%. Его содержание увеличивается в черноземах обыкновенных и темно-каштановых почвах в трансаккумулятивных ЭЛ (13%). Максимальное количество гумуса (14%) приходится на лугово-болотные аллювиальные почвы, занимающие аккумулятивные ЭЛ, что может быть связано с оторфованностью органогенных горизонтов. По данным анализа водной вытяжки, во всех степных почвах преобладают ионы Ca^{2+} (от 105 до 275 мг-экв) и HCO_3^- (от 118 до 560 мг-экв), а не ион Mg^{2+} (от 10 до 64 мг-экв), как это установлено в водах. Поступление этих ионов происходит в результате БИКа и накопления в органогенных горизонтах в процессе биогенной аккумуляции. Среди анионов (помимо гидрокарбонат-иона) обнаружены ионы SO_4^{2-} и Cl^- , доля которых в ионном составе меньше.

Для эколого-геохимической оценки микроэлементного состава гумусовых горизонтов черноземов обыкновенных, южных и каштановых почв во всех ЭЛ сравнили их валовое содержание с ПДК (табл. 3). При высокой вариабельности превышение ПДК по Zn и Cd наблюдается во всех почвах. Особенно это заметно в супераккумулятивных ЭЛ (до 120,45 мг/кг), что, возможно, связано с высоким содержанием этих элементов в грунтовых водах. Так, содержание Zn превышает ПДК в 2 раза в черноземовидных луговых почвах (горизонт В) в долине р. Теньга. В с. Кулада максимальное содержание Zn (114,55 мг/кг) отмечено в супераккумулятивных ЭЛ в лугово-дерновых торфянисто-глеевых среднесуглинистых почвах. Превышение ПДК по Cd отражает металлогению района в целом, в особенности высокое содержание этого элемента отмечено в грунтовых водах. В связи с повышенным содержанием Cd во всех почвах ухудшение геохимической ситуации отмечается там, где в супераккумулятивных ПТК добавляется высокое (>1 ПДК) содержание Zn. Повышенное содержание Zn и Cd может привести к их накоплению в сельскохозяйственной продукции, так как такие ПТК часто используются населением под огороды или пашни (поймы и террасы).

Максимальное содержание Mn и Cu в почвах горно-степных ландшафтов наблюдается на пологих склонах юго-восточной экспозиции с мелкодерновинными степями и темно-каштановыми суглинистыми почвами, где подвижность этих элементов невелика. В супераккумулятивных ЭЛ пойм наибольшее содержание этих элементов приходится на горизонт С черноземовидных луговых оглеенных легкосуглинистых почв под луговой степью. Возможно, это связано с разгрузкой грунтовых вод, богатых Mn, и с кислородным барьером. Содержание Pb в катенах на всех четырех эталонных участках не превышает 0,7 ПДК, максимум его накопления отмечен в гумусовом горизонте.

Содержание химических элементов в растениях.

При анализе общей фитомассы установлено, что ее максимум приходится на луговые (23 ц/га), а минимум — на сухие степи (5 ц/га). Лимитирующий фактор продукционного процесса в Урскульской котловине — увлажнение. Поэтому среди степных и луговых сообществ его увеличение наблюдается в супераккумулятивных ЭЛ. Максимум фитомассы (21 ц/га) выявлен в травяном покрове лиственничных парковых лесов в лесостепном поясе в с. Теньга, а в с. Кулада — в настоящих степях (25 ц/га). Во фракционной структуре фитомассы в луговых степях увеличивается доля разнотравья (до 23 ц/га), в настоящих и сухих степях — доля злаков (до 18 ц/га).

Рассматривая запас зольных элементов, можно отметить несколько особенностей. Во-первых, их запас возрастает до 2,1 ц/га в супераккумулятивных ЭЛ, где происходит увеличение трофности за счет привноса элементов из автономных ЭЛ. Значительный вклад в общий запас минеральных веществ вносят осоки (1,2 ц/га). Во-вторых, в бассейне Урсула в трансаккумулятивных и трансэлювиальных ЭЛ с настоящими степями основную роль в накоплении зольных элементов играют злаки (0,7 ц/га). Разнотравье накапливает зольные элементы наиболее энергично в травяном ярусе лиственничных парковых лесов в Теньге (0,8 ц/га), а также в слабонарушенных лугах (0,6 ц/га) в супераккумулятивных ЭЛ притока р. Арыгем в Куладе.

С учетом содержания макроэлементов в золе растений составлен ряд активности их биогеохимиче-

Таблица 3

Содержание микроэлементов (мг/кг) в горизонте А1 (36 проб)

Населенный пункт	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd
Ело	227,15–1190,30	9,13–42,12	62,31–115,06	3,16–15,73	4,43–15,69
Теньга	400,41–747,91	14,55–24,25	61,58–120,45	7,33–23,06	7,22–23,14
Кулада	382,44–772,42	12,35–15,44	67,17–114,55	8,25–16,02	7,34–16,49
Онгудай	547,14–622,12	13,11–24,73	72,21–112,34	12,1–23,17	7,31–21,16
ПДК (валовое)	1500	55	100	32	5

Примечание. ПДК указан по ГОСТу 14328-1998; полужирный — значения, превышающие ПДК.

Содержание микроэлементов (мг/кг) в золе растений (35 проб)

Населенный пункт	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd
Ело	4,71–19,41	0,31–17,38	0,01–2,31	<0,01	<0,01
Теньга	1,58–23,06	0,09– 12,35	<0,01–1,02	<0,01	<0,01
Кулада	10,37–28,16	5,72– 14,44	0,28–2,31	<0,01	<0,01
Онгудай	0,01–23,73	0,01–8,12	0,01–0,96	<0,01	<0,01
ПДК (нижний предел)	20	20	5	–	–

Примечание. Нижний предел приведен по [14].

ского поглощения: S (496) > Mg (22,12) > K (8,73) > Cl (4,41) > Na (4,22) > Ca (3,89). Са больше всего накапливается в разнотравье вне зависимости от его положения в ЭЛ с максимальным содержанием в трансэлювиальных (3,89) и супераквальных (3,09) ЭЛ, где почвы обогащены этим элементом. Максимальное содержание Na и K отмечено в злаках (2,32; 2,76) на темно-каштановых почвах в с. Ело, в разнотравье (8,73) и осоках (4,90) на горно-степных черноземовидных почвах в трансэлювиальных ЭЛ в с. Теньга. Cl накапливается злаками (2,73) и осоками (2,25) в небольшом количестве в супераквальных ЭЛ. Локальные максимумы Mg обнаружены — при обогащенности почвообразующих пород мелкоземом хлоритовых и метаморфических сланцев — в трансэлювиальных ЭЛ (22,12), а также в парковых листовничниках (14,16), где этот элемент более подвижен из-за снижения значений рН и его усиленного привноса вместе с опадом древесной растительности. Кроме того, источником Mg, особенно на пойме, могут быть поверхностные воды, обогащенные им в этом районе.

Содержание микроэлементов в травяных ассоциациях Урскульской котловины ниже установленных порогов [14] (табл. 4). В бассейне р. Урсул содержание Mn, Cu, Zn в растениях относительно среднего содержания для Алтая меньше почти в 2 раза [16]. В условиях повышенного содержания Са в черноземах и развития нейтральной среды многие микроэлементы становятся малоподвижными и недоступными растениям. Отрицательные аномалии могут вызывать дефицит необходимых микроэлементов. Возможно, это создаст предпосылки для возникновения их недостатка в кормах для животных, что может негативно сказаться на содержании микроэлементов в пище

животного происхождения, используемой местным населением. Только содержание Mn в супераквальных и трансэлювиальных ЭЛ соответствует норме.

Выводы:

— в результате ландшафтно-геохимического анализа, включающего установление уровня содержания элементов в разных природных компонентах, выявлена пространственная изменчивость геохимических параметров и показал на необходимость учитывать их при антропоэкологической оценке условий проживания населения. Для сравнения с антропоэкологическими характеристиками в дальнейшем будут использованы уровни концентрации элементов в водах, почвах и растениях;

— исследованные населенные пункты, расположенные в Урскульской котловине, находятся в сходных биоклиматических условиях, но ландшафтно-геохимическая структура и литогеохимические свойства пород на территории, где они находятся, различны. Это определяет вариабельность состава природных вод и почв в бассейне Урсула, но при снижении миграционной способности тяжелых металлов в степных ландшафтах в меньшей степени отражается на химическом составе растений;

— содержание Cd — элемента с высокой деструктивной активностью — превышает ПДК в водах и почвах, это необходимо учитывать при организации водоснабжения и выборе участков для сельскохозяйственного производства;

— наиболее неблагоприятная ситуация складывается при взаимоусилении негативных факторов, связанных как с избытком в воде Cd, Pb, так и с низким содержанием в кормовых растениях Cu, Zn. Это особенно важно для района с пастбищным животноводством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авессаломова И.А., Самойлова Г.С., Козырева М.С. Эколого-геохимическая оценка природных вод в бассейне Урсула (Центральный Алтай) // Мир науки, культуры, образования, 2011. № 3. С. 352–356.
2. Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. М.: Научный мир, 1977. 289 с.
3. Алексеева Т.И. Антропоэкология Центральной Азии. М.: Научный мир, 2005. 326 с.
4. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 674 с.
5. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7.
6. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2005.

7. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2002.
8. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2004.
9. ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2004.
10. Добровольский В.В. География микроэлементов. М.: Наука, 1983. 272 с.
11. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Академия, 2004. 368 с.
12. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Кн. 3. М.: Недра, 1996. 352 с.
13. Исаченко А.Г. Экологическая география России. СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.
14. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 298 с.
15. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территории: картографирование, оценка, прогноз. М.: Научный мир, 2001. 240 с.
16. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов Горного Алтая. Новосибирск: Наука, 1978. 271 с.
17. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы. Новосибирск: Наука, 1993. 168 с.
18. Преображенский В.С., Райх Е.А. Контуры концепции общей экологии человека // Предмет экологии человека. Ч. 1. М.: Наука, 1991. С. 102–122.
19. Прохоров Б.Б. Экология человека. М.: Академия, 2003. 320 с.
20. Пузаченко Ю.Г. Традиционная экология и экология человека // Экология человека: основные проблемы. М.: Наука, 1988. С. 44–55.
21. РД 52.24.377-95. Методические указания. Атомно-абсорбционное определение металлов (Al, Ag, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn). М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2005.
22. Симонов Ю.Г. Географические научные школы Московского университета. М.: Городец, 2008. 590 с.
23. ISO 11047-2003. Качество почвы. Определение содержания кадмия, хрома, кобальта, меди, свинца, марганца, никеля и цинка в экстрактах почвы в царской водке. Спектрометрические методы атомной абсорбции в пламени и с электротермическим распылением. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2008.
24. ISO 11260:1994. Качество почвы. Определение эффективности способности обмена катионов и базового уровня насыщения посредством применения раствора хлорида бария. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2008.
25. ISO 11466-1997. Качество почвы. Экстрагирование микроэлементов, растворимых в царской водке. М.: ФГУП “Стандартинформ”, 2008.

Поступила в редакцию
05.11.2013

M.S. Kozyreva

GEOCHEMICAL PARAMETERS OF THE URSUL DEPRESSION LANDSCAPES (CENTRAL ALTAI MOUNTAINS)

A program of landscape-geochemical investigations for the anthropogenic-ecological assessment of territories is suggested. Hydrochemical and biogeochemical features of landscapes within the Ursul River basin (Central Altai Mountains) were revealed. The hydrochemical sampling data prove that all sources of drinking water in the settlements under study meet the State Standards (GOST) for mineralization and water hardness. However, there are local anomalies with the excess of maximum permissible concentration for lead and cadmium. Metallogenic features of the region are favorable for cadmium accumulation both in soil and in water. Low mobility of cation-forming elements, such as Mn, Zn and Cu, in mountain steppe soils results in their low concentration in forage plants.

Key words: landscape geochemistry, ecogeochemical assessment, geochemical parameters, anthropoecology.