

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЭКОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ТОМСКИЙ ФИЛИАЛ ИНСТИТУТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. А.А. ТРОФИМУКА
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ

*Труды Всероссийской конференции
с участием иностранных ученых*



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2012

Ершов В.В. Геохимические аспекты миграции грязевулканических флюидов.....	313
Замана Л.В. Особенности формирования анионного состава азотных терм Забайкалья	317
Кондратьева Л.М., Морозова О.Ю., Андреева Д.В., Стукова О.Ю., Голубева Е.М. Микро- биологический фактор миграции железа на искусственных биогеохимических барьерах	321
Копылова Ю.Г., Гусева Н.В., Рычкова К.М., Аракчаа К.Д. Химический состав родников Ту- вы как стадия развития системы вода–порода.....	325
Лаврушин В.Ю., Кисвадзе О.Е., Покровский Б.Г., Поляк Б.Г. Геохимические индикаторы происхождения грязевулканических флюидов Кавказского региона	328
Митюшева Т.П., Лаврушин В.Ю., Б. Г. Поляк Изотопный состав вод минеральных источни- ков северного Предуралья	332
Рычкова К.М., Оюн Л.А. Флюидный и тектонический режим Тувы и прилегающих территорий.....	337
Сорокина А.Т., Попов А.А., Сорокин А.П. Газо-гидрогеохимические показатели геодинамиче- ской активности разломно-блоковых структур Зейско-Буреинского бассейна.....	341
Судариков С.М. О геохимическом преобразовании вещества с участием микробиоценозов в гидротермальных экосистемах океана	345
Таран Ю.А., Юрова Л.М., Пейффер Л. Факторы, определяющие концентрации редкоземель- ных элементов в водах гидротермальной системы вулкана Эль Чичон, Мексика.....	351
Труфанов А.И., Обжиров А.И. Проявления термальных вод и газов на севере Русской плиты (в пределах Вологодской и Костромской областей)	355
Трушкин В.В. О роли системы вода – порода в формировании теплового поля земной коры на примере Западно-Сибирского мегабассейна.....	359
Харитоновна Н.А., Челноков Г.А., Васильева М.К., Зорин С.А. Генезис углекислых минераль- ных вод месторождения Шмаковка (Приморье, Россия).....	364
Чудаев О.В. Геохимическая эволюция подземных вод вулканогенов (на примере Курило- Камчатского региона и Сихотэ-Алиня).....	368

6. ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ, ПОЧВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Бачурин Б.А., Одинова Т.А. Идентификация источников органического загрязнения подзем- ных вод в районах нефтедобычи.....	372
Гудзенко В.В. Калий-40, как трассер	375
Иваненко В.В. Оценка природно-технических факторов процесса подтопления территории Со- ветского нефтяного месторождения	379
Инишева Л.И., Сергеева М.А., Головченко А.В. Биогеохимические аспекты формирования геохимического стока с заболоченных водосборов	382
Клебанович Н.В., Путятин Ю.В. Основные черты геохимии почвообразования в Беларуси.....	386
Белозерова О.Ю., Куликова Н.Н., Сутурин А.Н., Сайбаталова Е.В., Семитуркина Н.А., Бой- ко С.М., Тимошкин О.А. Биогеохимическая роль симбиотных организмов каменной литора- ли оз. Байкал	390
Ларионова Н.А. Влияние процессов взаимодействия в системе вода – лессовые грунты на изме- нение их состояния и свойств.....	394
Макаревич Р.А. Почвенно-грунтовые воды в техногенно загрязненном ландшафте пояса при- морских дубняков.....	398
Мусин, Р.Х. И.С.Нуриев, Мусина Р.З. Экологическое состояние грунтовых вод в сельскохозяй- ственных районах средней полосы европейской части России	401
Норова Л.П. Особенности формирования зоны аэрации и ее буферной роли в разрезе Санкт- Петербурга	405
Петренко В.И., Зленко В.Я., Петренко Н.Н. Геолого-геохимическая роль газозавопазированной влаги природных парогазовых систем	409
Плохих Р.В. К проблеме исследования каскадных ландшафтно-геохимических систем Северного и Северо-Западного Прибалхашья.....	414
Подлипский И.И., Томская А.А. Оценка эколого-геологического состояния окружающей среды на прилегающих территориях полигона бытовых отходов города Питкяранта.....	418
Сутурин А.Н. Биогеохимическое взаимодействие воды с породами литорали озера Байкал.....	421
Хаустов А.П., Редина М.М. Геохимическая индикация состояния системы «вода – породы – нефтепродукты» на основе их битуминоидного статуса	424
Ходжаев В.Г., Мавлянов Г.Н. Исследования возможности создания «супергумуса» от проник- новения азотных удобрений	432

К проблеме исследования каскадных ландшафтно-геохимических систем Северного и Северо-Западного Прибалхашья

Р.В. Плохих

Институт географии Национального научно-технологического холдинга «ПАРАСАТ» Министерства образования и науки, Алматы, Казахстан, E-mail: rplokhikh@rambler.ru, rplokhikh@gmail.com

На примере Северного и Северо-Западного Прибалхашья (Центральный Казахстан) актуализирована проблема изучения каскадных ландшафтно-геохимических систем. Структурная модель предлагается как основа для экологического нормирования в регионе. Приведена краткая характеристика региона и описано влияние повышенных и пониженных концентраций Cu, Pb, Zn на анатомию и физиологию человека и животных.

Современная геохимия ландшафтов занимает особое место в системе наук об окружающей среде. Ход развития мировой науки показывает, что свойственный этому направлению комплексный подход к изучению природных и природно-антропогенных явлений и процессов способствует augmentации его роли при решении теоретических и практических проблем, связанных с локальным, региональным и глобальным рассеянием и концентрацией веществ в ландшафтной среде. Единение геохимии ландшафтов с биогеохимией и экологией – один из главных путей организации экологически безопасного и экономически эффективного природопользования. В этом аспекте изучение ландшафтов Северного и Северо-Западного Прибалхашья как одного из важных в промышленном и рекреационном отношении регионов Казахстана актуально и способствует решению трех важных проблем:

- оценка природных и антропогенных составляющих для идентификации ландшафтно-геохимических закономерностей;

- разработка критериев нормирования, учитывающих ландшафтно-геохимические особенности территории и позволяющих управлять состоянием окружающей среды и происходящими в ней изменениями;

- определение механизмов современного и перспективного природопользования на основе особенностей, ограничивающих негативные явления и процессы в ландшафтной среде.

Объекты и методы исследования

Объект исследований – ландшафтно-геохимические системы каскадного типа (КЛГС), выделенные по уровню организации и тесноте обратных связей [1]. Они образованы серией элементарных ландшафтно-геохимических систем, сменяющихся от местного водораздела к депрессиям рельефа и связанных закрытыми латеральными

миграционными потоками с аккумуляцией веществ. Каскадными ландшафтно-геохимическими барьерами (КЛГБ) определены территории, в пределах которых имеются ограниченные участки с избирательным накоплением и исключением химических элементов [2]. Основная причина – резкие смены кислотно-восстановительного и кислотно-основного потенциалов почвенного компонента и, как следствие, закономерная пространственная эволюция каскадных ландшафтов юго-восточного склона Казахского мелкосопочника (Сары-Арки).

Использованы три методологических подхода: а) комплексное изучение ландшафтообразующих факторов как предпосылок для развития процессов биогенной, физико-химической и механической миграции химических элементов; б) исследование пространственной ландшафтной организации на видовом уровне; в) изучение поведения геохимических элементов в процессах, протекающих в природных и техногенных ландшафтах. Методы исследований: полевые работы на пробных площадках, эталонирование и комплексное профилирование; лабораторный анализ проб; графоаналитические приемы (картометрия, морфометрия); дешифрирование космических снимков и ГИС-технологии; оценка ландшафтов по интегрированным и частным параметрам (ландшафтная индикация); частные методы и приемы.

Результаты и их обсуждение

Северное и Северо-Западное Прибалхашье полосой до 250–300 км обрамляет одноименный крупный внутриконтинентальный (бессточный) водоем Казахстана. Геоморфологически регион гораздо ниже территории, расположенной севернее. Средние высоты ландшафтов мелкосопочника и холмистых цокольных равнин в пределах 680–342 м абс. выс., местами встречаются природно-территориальные комплексы (ПТК) ост-

ровных низкогорий с превышением 800 м абс. выс. Палеозойская литогенная основа, почти всюду лежащая у поверхности, представлена смятыми в складки вулканогенно-осадочными толщами – песчаниками, кварцитами, аргиллитами и эффузивами нижнего и среднего палеозоя. В окрестностях г. Балхаш распространены верхнепалеозойские интрузии гранитов, прорывающие отложения карбона [3].

Несмотря на близость озера, согласно наблюдениям на МС Агадырь, Актогай, Кызылтау, Бектаута, Коктас, Балхаш и Сарышаган, регион характеризуется засушливой и очень холодной зимой (средние температуры января $-12.3...-18.1$ °С) и жарким летом (средние температуры июля $+19.8...+24.9$ °С). Высоки ландшафтно-термические ресурсы теплого времени года, так как сумма температур за период с показаниями выше $+10$ °С до $3000-3200$ °С. При испаряемости до $750-800$ мм в год сумма осадков изменяется от 312 мм (МС Кызылтау) до 126 мм (МС Сарышаган), поэтому ГТК составляет по типам ландшафтов: $0.5-0.7$ – сухостепные, $0.5-0.3$ – полупустынные, менее 0.3 – пустынные.

Интразональные современные и древние долинные ПТК приурочены к рекам Мойынты, Жамши, Токырау, Баканас и др., берущим начало с низкогорий и сохраняющим в течение почти всего года подземный сток через аллювиальные толщи песков и галечников. Зональные ландшафты представлены полупустынными и пустынными ПТК сглаженного мелкосопочника и холмистых цокольных равнин с полынно-ковыльной, полынной и полынно-солянковой растительностью на бурых и серо-бурых почвах (местами светло-бурыми), развитых на щебнисто-глинистых элювиальных и делювиально-пролювиальных покровах и усталых с поверхности щебенкой со следами пустынного загара. В ландшафтах межсопочных и сухих древнедолинных понижений, выстилаемых соленосными отложениями, распространены солончаки и солончакватые такыровидные почвы под полынно-бояльчевой и многолетнесолянковой растительностью, местами разреженной саксауловой, гребеншиковой и доховой. Вблизи Балхаша встречаются массивы слабозакрепленных бутристых песков, образовавшихся в результате перевеивания древнего аллювия, с жигтяково-белоземельнополынно-терескеновой и реликтовой туранговой растительностью.

Избирательность геохимического накопления или удаления элементов в ландшафтах определяется специфическим сочетанием геологических, механических, химических, биологических и других условий. Перечень элементов, которые концентрируются, зависит от характера физико-географических процессов. Основной природной

закономерностью геохимического перераспределения в ландшафтах Северного и Северо-Западного Прибалхашья выступает конвергенция концентраций элементов в почвах и растениях соответственно литогенной основе. Это обусловлено значительной пространственной дифференциацией процессов почвообразования и накопления фитомассы, ведущая роль в которых принадлежит исходному субстрату, а не азальной миграции с преобладанием частиц Айтмена. В ландшафтах полупустынного и пустынного типов с незначительной турбулентностью и шероховатостью поверхности для осаждения пыли имеется ограниченная площадь и поэтому ее удаляется менее 10% . В береговой зоне, особенно у абразионных берегов основной источник атмосферных аэрозолей – водные соли. Характерный озерный состав аэрозолей прослеживается на расстоянии от 200 м до 1 км от берега. В то же время поступление солей с атмосферными осадками по усредненной наблюдавшейся минерализации от 0.117 до 1.800 г/л [4]. Геохимические особенности ландшафтов отражает транспирационный вынос солей. Средний показатель его интенсивности менее 200 мг/(дм²·ч), причем конденсаты транспирации влаги галофитов содержат сульфатов, хлоридов и натрия в $3-4$ раза больше, чем у злаков. В результате формируются геохимические соотношения и концентрации элементов, согласованные с приуроченностью ландшафтов Северного и Северо-Западного Прибалхашья: элювиальные автоморфные (водоразделы), аккумулятивно-элювиальные автоморфные (понижения водоразделов), транслювиальные (склоновые), трансаккумулятивные (подножья склонов), аккумулятивные супераквальные (надводные), аккумулятивные аквальные и субаквальные (озеро и побережье), аккумулятивные трансаквальные (реки).

В Северном и Северо-Западном Прибалхашье по ландшафтно-геохимическим особенностям выделяются две укрупненные структурные модели: 1) плакорная с фоновыми природными геохимическими характеристиками, исключая повышенный уровень содержания отдельных химических элементов и слабую интенсивность их перераспределения; 2) КЛГС с интенсивной дифференциацией химических элементов и значительными отклонениями от регионального фона. Вторая модель приурочена к террасированным цокольным равнинам и пенепленизированному мелкосопочнику, сложенному складчатыми метаморфическими, осадочными и эффузивными породами с линейной или площадной корой выветривания, древними долинами с осадочными отложениями. Геохимическое сопряжение КЛГС в пределах сухих степей, полупустынь и пустынь с участием интразональных солонцов и солончаков следующее: а) автоморфные гипсометрически

разноуровневые ландшафты водоразделов и склонов, сложенных скальными породами, часто с древней корой выветривания, перекрытой маломощными четвертичными отложениями; б) автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные террасированные ландшафты понижений и древних долин.

Характерная черта КЛПС – локальные повышенные концентрации Cu, Pb, Zn, Mo, Co, Ni, Sr, Ba, Ti, Zr, V, Y, сульфатов и др. Частным и надежным индикатором выступает растительный компонент ландшафта. В то время как ковыли (*Stipa kirghisorum*, *S. sareptana*, *S. richterana*, *S. orientalis*) и овсяница (*Festuca valesiaca*) зачастую не концентрируют Cu ($Ax_2 < 1$), полыни (*A Artemisia sublessingiana*, *A. gracilescens*, *A. frigida*, *A. terrae-albae*, *A. lerchiana*), биюргун (*Anabasis salsa*, *A. truncata*, *A. cretacea*) и некоторые виды растений концентрируют как Cu ($Ax_2 = 2-4$) и Co ($Ax_2 = 2-6, 7$), так и Ni, Mo, Pb, Sr, Ba, Zn ($Ax_2 > 1$), Ti, Zr, V, Y и др. [2].

Высокие концентрации Cu в растениях как корме домашних животных и питьевой воде имеют важное значение для медико-санитарной обстановки Северного и Северо-Западного Прибалхашья. При ежедневной норме приема человеком 0.50–6.00 мг, из которых усваивается до 30 %, токсичная доза может составлять в десятки раз больше. С избытком микроэлемента, прежде всего, связано увеличение его содержания в крови и превращение минеральных соединений Fe в органические с использованием накопленного в печени при синтезе гемоглобина и развитии анемии. Продолжительный прием более 3 мг меди в день становится причиной для беспокойства. При потреблении 10 мг в день развиваются токсические симптомы: перманентные головные боли, гипогликемия, вегетососудистая дистония, учащенное сердцебиение, приступы тошноты, отложение Cu в головном мозге и печени с нарушением их деятельности, задержка мочи, раннее облысение. Концентрация в организме Cu приводит к дефициту Zn, необходимого для выработки пищеварительных ферментов. У детей концентрация Cu ассоциируется с гиперактивным поведением, дислексией, ADD-синдром дефицита внимания, инфекцией внутреннего уха. В то же время отмечаются следующие положительные рекреационные эффекты: относительно высокая подготовленность организма к патологическим процессам (ишемическая болезнь сердца, рак, сахарный диабет, инфаркт миокарда, ожирение) и обеспеченность повышенной потребности в Cu (дети, беременные женщины, люди пожилого возраста, стрессы, физические и умственные нагрузки) в результате ее концентрации в крови; высокая активность ферментных систем и белкового обмена в хондро- и остеобластах; снижение содержания

сахара и фосфора в крови при малых дозах Cu; естественные бактерицидные свойства Cu, особенно в отношении метициллин-устойчивого штамма стафилококка золотистого («супермикроб» MRSA); потенциально возможное естественное инактивирование вируса гриппа А/Н1N1 («свиной грипп») [5, 6].

Концентрация Pb и Zn в ландшафтах Северного и Северо-Западного Прибалхашья и передача их по цепям питания – не маловажные составляющие их экологических и рекреационных свойств. Хотя их роль в жизнедеятельности организма человека и животных изучена недостаточно, литературные данные подтверждают жизненную необходимость в них. Дефицит Pb в организме развивается при его недостаточном поступлении в 1 мкг/день и менее и в эксперименте понижает рост животных, нарушает метаболизм Fe, изменяет действия некоторых ферментов и концентрацию в связи со статусом Fe отдельных метаболитов в печени. Установлено участие Pb в обменных процессах костной ткани. В то же время, Pb – канцероген и тератоген при превышении оптимальной интенсивности его поступления в организм человека в 10 мг. Токсическое действие во многом обусловлено способностью образовывать связи с большим числом анионов – лигандов, к которым относятся сульфгидрильные группы, производные цистеина, имидазольные и карбоксильные группы, фосфаты. При связывании ангидридов с Pb угнетается синтез белков и активность ферментов, в частности АТФ-азы. Он нарушает синтез гема и глобина, вмешиваясь в порфириновый обмен, инициирует дефекты мембран эритроцитов. Основные проявления избытка Pb: повышенная возбудимость, слабость, утомляемость, снижение памяти; головные боли; поражение периферической нервной системы (боли в конечностях); кариес зубов, артропатия, заболевания костной системы; повышение артериального давления и развитие атеросклероза; истощение, снижение массы тела; нарушения порфиринового обмена (уробилиноген, копропорфирин); снижение содержания в организме Ca, Zn, Se и др. Zn входит в состав ферментов и комплексов, обеспечивающих важные физиологические функции организма: образование, рост и метаболизм клеток, синтез белков, заживление ран; активизацию иммунных реакций против бактерий, вирусов, опухолевых клеток; усвоение углеводов и жиров; поддержание и улучшение памяти; поддержание вкусовой и обонятельной чувствительности; обеспечение стабильности сетчатки и прозрачности хрусталика глаза; нормальное развитие и функционирование половых органов. При превышении порога токсичности для Zn в 600 мг/день развиваются негативные проявления: нарушения функций иммунной системы, аутоим-

музные реакции; нарушения состояния кожи, волос, ногтей; болезненная чувствительность желудка и тошнота; снижение содержания в организме Fe, Cu, Cd; ослабление функций предстательной и поджелудочной желез, печени [5, 6].

Заключение

Закономерности формирования КЛГС Северного и Северо-Западного Прибалхашья определяются широким комплексом факторов, основными из которых выступают: специфика географического положения, геологическое и орографическое строение территории, неотектоника. Они влияют на ослабление роли биогенеза и усиление геолого-геоморфологических факторов. Развитие стоковых процессов и направление изменения ландшафтообразующих факторов приводит к формированию геохимических соотношений и концентраций элементов, согласованных с приуроченностью ландшафтов.

В зависимости от приуроченности в гипсометрическом ряду геохимические характеристики ландшафтов могут значительно изменяться, что позволяет их использовать для определения экологических и рекреационных свойств. Основой регионального нормирования выступает плакорная структурная модель с фоновыми природными геохимическими характеристиками, локального нормирования – КЛГС с интенсивной дифференциацией химических элементов и значительными

отклонениями в характеристиках. Такой подход позволит комплексно оценивать контролируемые химические элементы при определении степени деформации геохимического спектра и учесть отклонения в области повышенных и пониженных значений.

Перспективное направление оценки и учета ландшафтно-геохимической дифференциации Северного и Северо-Западного Прибалхашья для целей экологически безопасного природопользования – картирование ландшафтов, отличающихся характером перераспределения и ролью ландшафтообразующих факторов в миграции химических элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазковская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99–118.
2. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель-2000, 1999. – 610 с.
3. Рельеф Казахстана (пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР масштаба 1:1 500 000). – Алма-Ата: Гылым, 1991. – Ч. 1. – С. 108–118.
4. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1995. – С. 51.
5. Михайлов В.В. Основы патологической физиологии: руководство для врачей. – М.: Медицина, 2001. – 704 с.
6. Аевын А.П., Жаворонков А.А., Рина М.А. и др. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органиопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.