УДК 574 Рецензии

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ГЕОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

П.В. Ивашов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН

680063, г.Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65. E-mail: ivep@ivep.as.khb.ru

Аннотация. Представлена рецензия на монографию В.А. и А.В. Алексеенко "Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов" (2013). Отмечено, что книга является хорошим справочником кларков пород земной коры, почв Земли и городских почв.

Ключевые слова: загрязнение почв; экология города; тяжелые металлы; микроэлементы.

В 2013 году в издательстве Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) вышла из печати монография Владимира Алексеевича Алексеенко и Алексея Владимировича Алексеенко "Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов" [1]. Для монографии характерна редкая тематика и оригинальная структура подачи материала читателям. Судя по аннотации, книга рекомендуется учёным и специалистам широкого профиля в области геологии, геохимии, географии, почвоведения, экологии, геоэкологии, биогеохимии и охраны окружающей среды. Несомненно, она будет полезна студентам и аспирантам, специализирующимся в обучении по специальности в рамках вышеназванных науках о Земле.

Книга изложена на 388 страницах (22,5 печ.л.), состоит из Предисловия, Введения, 5-и глав и Заключения, содержит приложения в виде таблиц кларков химических элементов, цветные диаграммы и карты фоновых содержаний некоторых элементов в горных породах, почвах и растениях, в частности марганца.

Первая глава посвящена рассмотрению понятий о геохимических системах и ландшафтах. Впервые термин "геохимическая система" ввел в науки о Земле академик А.Е. Ферсман еще в 1934 году. С тех пор применительно к геохимическим системам в составе биосферы большой вклад внесли В.И. Вернадский, Б.Б. Полынов, А.И. Перельман, М.А. Глазовская, Н.С. Касимов, В.А. Алексеенко и другие отечественные учёные. По современным представлениям в составе биосферы выделяются следующие геохимические системы: абиогенные (неорганической природы), биологические (живые), биокосные и техногенные. Примером биокосной геохимической системы являются почвы вообще и особенно почвы селитебных ландшафтов - ландшафтов населенных пунктов,

которым уделено наибольшее внимание в книге. В главе показано, что оптимальным подходом к изучению процессов, протекающих в биосфере и при анализе геохимических последствий этих процессов является ландшафтный, а точнее ландшафтно-геохимический, включающий два основных типа биокосных систем: элементарный и геохимический ландшафты. Элементарный ландшафт – это низшего уровня географический таксон, сформированный на определенном типе рельефа, сложенном одной горной породой и покрытом растительным сообществом. Эти условия определяют тот или иной тип почвы и свидетельствуют об одинаковом развитии на территории элементарного ландшафта взаимодействия между горными породами и организмами растительного и животного происхождения. Геохимические ландшафты – это парагенетические ассоциации закономерно сочетающихся элементарных ландшафтов, связанных между собой миграцией химических элементов.

В этой же главе рассмотрена классификация геохимических ландшафтов, в которой выделено 8 таксономических уровней в зависимости от особенностей миграции химических элементов и их форм нахождения в биосфере. Подчёркнуто, что в любой природной геохимической системе, в соответствии с Законом Кларка-Вернадского, есть все химические элементы, известные в природных условиях земной коры. Но различные элементы распространены в геохимических системах крайне неравномерно, как в исходных литосферных первичных породах, так и геохимических биокосных системах биосферного происхождения. При этом биогеохимические особенности геохимических систем во многом определяются строением (массой) ядра элементов, составляющих эти системы. Для нормального развития биокосных систем распространенность каждого из составляющих её химических элементов должна соответствовать определённому положению в Таблице Д.И. Менделеева. Установлено, что для такой оценки используется так называемая линия жизни или линия питательных веществ, представляющая собой ломаную кривую, соединяющую в Таблице Д.И. Менделеева углерод с калием и железом. Химические элементы, пересекаемые этой линией в Таблице, или расположенные вблизи от неё, необходимы для нормального развития организмов в гораздо больших количествах, чем элементы, расположенные в удалении от этой линии.

Во второй главе рассмотрены некоторые особенности геохимических процессов в селитебных ландшафтах. Селитебные ландшафты (ландшафты населенных пунктов) занимают небольшую территорию и на них приходится всего около 6% суши Земли. Но на этой территории находится практически всё население планеты. Рассмотрены основные принципы выделения селитебных ландшафтов, их классификация, основанная на числе жителей в населенных пунктах, профилях преобладающих промышленных или сельскохозяйственных производств и климатических особенностях районов. Последствия

антропогенной (хозяйственной) деятельности людей, часто именуемые техногенным загрязнением, в ландшафтах населенных пунктов имеют существенное значение. При этом отмечено не только загрязнение химическими элементами и их соединениями, но и другие виды загрязнений - электромагнитное, тепловое, звуковое (шумовое), радиоактивное. Все виды этих загрязнений могут дополнительно влиять на процессы миграции-концентрации веществ и, в первую очередь, на биогеохимические процессы. Подчёркнуто, что основной депонирующей геохимической системой, входящей в качестве составной части в селитебном ландшафте, являются почвы.

В этой же главе дана подробная характеристика геохимических, экологических и эколого-геохимических аномалий. Аномалия вообще - это отклонение от нормы. Геохимической аномалией считается, к примеру, значительно повышенное (или пониженное) по сравнению с фоном содержание химических элементов, которые находятся в компонентах селитебного ландшафта в минеральной, биогенной или изоморфной формах, а также в виде растворов и газовых смесей. Экологическая аномалия представляет собой отклонение от нормального развития определенных животных или растительных организмов или их групп. При этом геохимические аномалии могут провоцировать образование эколого-геохимической аномалии. Такие аномалии могут быть природные и техногенные. Описаны и так называемые природно-техногенные аномалии, образующиеся при одновременном воздействии природных и антропогенных факторов. Как известно, в населенных пунктах большинство людей проводит практически всю свою жизнь. Поэтому от эколого-геохимической обстановки в селитебных ландшафтах зависит безопасностъ жизнедеятельности населения, устойчивое развитие районов, регионов и даже целых стран. В этом актуальность изучения эколого-геохимических проблем в населенных пунктах, представляющих собой крупные полигенные и поликомпонентные атмохимические, гидрохимические, биогеохимические, литохимические (почвенные) технические аномалии.

В третьей главе приведена характеристика кларков, местных фоновых содержаний и разброса химических элементов в отдельных геохимических системах. Среднее содержание или кларки названы по имени Ф.У. Кларка, руководителя химической службы геологического комитета США, составившего в 1889 году первую сводную таблицу среднего химического состава земной коры – одного из фундаментальных понятий в науках о Земле. О кларках академик А.В. Ферсман писал в 1944 году: «Геохимия овладела новой константой мира». Помимо кларков в геохимических системах рассмотрены основные закономерности распространения и распределения химических элементов в земном коре и биосфере.

При этом большое вниманье уделено содержанию химических элементов в биогенных системах - живом веществе биосферы (вирусы, бактерии, растения, грибы, животные) и в биокосных системах. Крупнейшей биокосной системой является вся биосфера, а её основными и самыми большими биокосными составляющими – атмосфера, гидросфера, педосфера (почвенный слои Земли), которые в свою очередь состоят из систем меньшего уровня организации.

Четвертая глава посвящена особенностям кларков химических элементов почв селитебных ландшафтов. Эти почвы, являясь одном из составных частей крупной геохимической системы как педосфера, отличаются от обычных почв повышенным содержанием техногенных соединений в виде трёх групп: 1. повышенным поступлением серы, азота, минеральных удобрении; 2. техногенные соединения, природные аналоги которых не образуются в природе – сплавы металлов, нефтепродукты и др.; 3. техногенные соединения, не имеющие природных аналогов, – синтетические полимеры, пластические массы, синтетические моющие средства и другие продукты хозяйственной деятельности человека. Следовательно, повышенное количество обычных химических элементов и техногенных органических и синтетических соединений, не имеющих природных аналогов, главные особенности почв селитебных ландшафтов.

В главе подробно описана оригинальная методика исследований по установлению кларковых содержаний химических элементов в почвах населенных пунктов, начиная от полевых работ и подготовки отобранных проб к анализам и кончая проведением анализов и их обработкой. Все собранные пробы почв анализировались в одной аттестованной и аккредитованной спектральной лаборатории. Особо подчёркнуто, что для проверки качества лабораторных исследовании по определению химических элементов проводился внутрилабораторный и внешний контроль. Для внешнего контроля был выбран ряд лабораторий, а именно: НИИ Геохимии и биосферы в г. Новороссийске, Магадангеологии в г. Магадане, ИГЕМа в г. Москве, кафедры почвоведения Южного федерального университета в г. Ростове-на-Дону. Поэтому результаты анализов, на основе которых рассчитаны кларки (средние содержания) химических элементов характеризуются достоверностью и высокой точностью. Средние (кларковые) содержания химических элементов, установленных для почв населенных пунктов (селитебных ландшафтов) отражают состояние этих величин на начало XXI века.

Для расчёта кларков авторы монографии привлекли не только собственные данные, но и материалы учёных других регионов России, а также ближнего зарубежья (страны СНГ) и дальнего зарубежья (Германия, Италия, Сан-Марино, Венгрия, Англия, Финляндия, Куба, Австралия, Китай), т.е. использовали большую информационную базу данных [7]. Было проведено сравнение полученных кларков со средними содержаниями в почвах по А.П.

Виноградову [2]. Таким образом, были рассчитаны кларки 50 химических элементов в Таблице Д.И. Менделеева, начиная от серебра, и кончая цирконием, расположенных в ряд по латинскому алфавиту. При этом доказано, что на распространённость химических элементов в почвах населенных пунктов, помимо их унаследованного содержания в земной коре и почвах Земли, оказала влияние антропогенная деятельность человека. Под влиянием продуктов техногенеза в почвах населенных пунктов (селитебных ландшафтов) ряд элементов, таких как цинк, свинец, барий, стронций, медь, ртуть, бор появились в концентрациях, значительно превышающих кларки почв Земли. А таких элементов, как мышьяк, кадмий, цезий, молибден, азот, сера, титан, ванадий среднее содержание в почвах населенных пунктов не только больше кларков в почвах Земли, но и земной коры. Это дает основание сделать заключение о том, что повышенное среднее содержание указанных элементов в почвах селитебных ландшафтов можно рассматривать как результат совместного воздействия процессов общего природного почвообразования и антропогенной деятельности.

В пятой главе рассмотрены некоторые геохимические особенности почв различных групп селитебных ландшафтов. За основу выделение таких групп было взято число жителей: более 700 000; от 300 000 до 700 000; от 100 000 до 300 000; менее 100 000; деревни, хутора; рекреационные туристические центры, т.е. всего 6 групп. Оказалось, что больше всего химических элементов с повышенным средним содержанием отмечено в группе населенных пунктов с числом более 700 тыс. жителей, т.е. приурочено практически к группе городов-миллионников, и лишь два химических элемента – литий и вольфрам в этой группе населенных пунктов зафиксированы с пониженным средним содержанием. В то время как в группе деревень и хуторов среднее содержание химических элементов понижено. Большое число химических элементов оказалось относительно с повышенным содержанием в почвах группы рекреационно-туристических центров, хотя на их территориях нет промышленных предприятий. Такая концентрация химических элементов связана с большим количеством автомобилей на малой площади, а также гидрохимическими особенностями территорий, т.е. высокой минерализацией воды курортных зон.

В заключении книги авторы подчёркивают, что установленные кларки почв населенных пунктов (селитебных ландшафтов) являются их характеристикой, отражающей совместное воздействие техногенных и природных процессов, происходящих во временном срезе: конец XX – начало XXI веков. С развитием науки и техники величины кларков будут постепенно изменяться, скорее всего, в сторону повышения как следствие антропогенной нагрузки на селитебные ландшафты – хозяйственной деятельности человека.

Ценность рецензируемой книги заключается в том, что в ней впервые рассчитаны средние содержания (кларки) 50 химических элементов в почвах населённых пунктов в зависимости от количества жителей, начиная от небольших поселений (хуторов) и кончая городскими агломерациями с населением более 700 тыс. жителей. Кроме того в книге показана роль техногенных факторов на содержание химических элементов в почвах – главной геохимической системы в биосфере.

Достоинством книги является и то, что в ней даны сравнительные величины кларков химических элементов в породах земной коры, почв Земли и почв селитебных ландшафтов. Поэтому рецензируемая монография является хорошим справочником для всех, кто изучает проблемы биосферы и в целом науки о Земле.

По книге у меня есть два замечания.

1. По поводу селитебных ландшафтов. Термин "селитьба" (земельная площадь в городах и других населенных пунктах) уже вошел в Словарь архаизмов [5]. В свое время такие ландшафты Ф.В. Котлов [4] называл антропогенными, К.Л. Уоллворк [6] нарушенными землями, а я называл их техногенными [5]. В данном конкретном случае наиболее подходящий термин "урбанизированные ландшафты", тем более, что значительная часть книги посвящена городской среде.

2. На стр. 119 и 134 указаны ссылки на работы соответственно А.П. Виноградова (1954) и С.М. Ткалича (1969), но в списке литературы этих источников нет.

Однако замечания эти мелкие. Они, конечно, не влияют на качество монографической работы.

Надо отметить то, что книга хорошо издана тиражом 5 тыс. экземпляров, в твёрдом переплете с цветными иллюстрациями, содержит обширный библиографический список, снабжена параллельным английским переводом названия глав, таблиц, приложений, рисунков.

Рецензируемая книга – одна из немногих, вышедших из печати в последнее время, обстоятельных работ в области геохимии биосферы. Она написана на оригинальных, собранных авторами материалах, тщательно обработанных, хорошо продуманных и логично изложенных. Это фундаментальное исследование в области расчёта кларковых содержаний химических элементов в почвах урбанизированных ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2013, – 388 с.

2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.

3. Ивашов П.В. Биогеохимические аспекты процессов внутрипочвенного выветривания и техногенез // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М.: Наука, 2003. – С. 23-36.

4. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.: Недра, 1978. – 263 с.

5. Смирнов И.В., Глобачев М.И. Словарь архаизмов, – М.: Изд-во Терра-Книжный клуб, 2001. – 424 с.

6. Уоллворк К.Л. Нарушенные земли. – М.: Прогресс, 1979. – 270 с.

7. Alekseenko V., Alekseenko A. The abundances of chemical elements in urban soils // Journal of Geochemical Exploration. – 2014. – № 147 (B). – P. 245–249.

CHEMICAL ELEMENTS IN GEOCHEMICAL SYSTEMS

P.V. Ivashov

Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS

Abstract. The review of V.A. and A.V. Alekseenko monograph "Chemical elements in geochemical systems. The abundances in urban soils" (2013) is presented. It is noted, that the book is a good reference of concentrations of chemical elements in Earth’s soils and crustal rocks, and in urban soils.

Keywords: soil pollution; urban ecology; heavy metals; trace elements.