В.А.Алексеенко, А.Б.Бофанова, П.Л.Головинский
НИИ геохимии биосферы, г.Новороссийск
А.И.Нарежный
Ростовский университет
А.В.Суворинов
Министерство образования РФ, г.Москва

УДК 550.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ

В качестве новых эколого-геохимических показателей состояния экосистем предлагается использовать показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления химических элементов в определенных геохимических системах. На примере лесных ландшафтов Западного Кавказа показано изменение этих показателей при переходе в ландшафты садов, неорошаемых полей, рисовых чеков. В почвах рассмотренных техногенных систем накапливаются и из них выносятся различные элементы, влияющие на химический состав выращиваемой сельскохозяйственной продукции.

Usage of the new ecological-geochemical indices of the status and dynamics of technogenic alterations in forest ecosystems by the example of the Western Caucasus and near-Caucasus plain areas.
In the capacity of new ecological-geochemical indices of the status of ecosystems we suggest usage of the indices of absolute (IAA) and relative (IRA) accumulation of chemical elements in individual geochemical systems. The alteration of these indices during the transformation of forest landscapes into landscapes of orchards, non-irrigated agricultural fields and rice-checks by the example of the Western Caucasus is demonstrated. As compared with the natural distribution of elements in the soils of the studied technogenic systems some elements are accumulated or removed, exerting influence on the chemical composition of the cultivated agricultural products.

Оценивая эколого-геохимическое состояние конкретной территории, мы производим оценку определенной геохимической системы. В любой геохимической системе, в соответствии с законом Кларка – Вернадского, есть все химические элементы, известные в природных условиях на Земле. Однако распределены они, как правило, крайне неравномерно и содержание одних существенно выше, чем других. Таким образом, первыми из важнейших показателей оценки состояния геохимических систем являются фоновые (средние, кларковые) и аномальные содержания в ней составляющих ее химических элементов.

Следующим важнейшим показателем следует признать формы нахождения химических элементов в рассматриваемой системе. Обычно в биосфере выделяются минеральная и изоморфная формы, водные растворы, газовые смеси, состояние рассеяния, коллоидная и сорбированная, биогенная формы, а также соединения, не имеющие природных аналогов.

Важным эколого-геохимическим показателем, характеризующим последствия изменений состояния систем (следовательно, и поведения в них химических элементов) для организмов, является положение относительно «линии жизни» каждого из элементов, изменяющих свою концентрацию. «Линия жизни» соединяет в периодической таблице Менделеева углерод с калием и железом. Чем ближе расположены элементы к этой линии, тем более опасно для организмов их недостаточное количество в питающей (окружающей) среде; чем дальше (и особенно ниже) «линии жизни» расположены элементы, тем более они опасны для организмов в повышенных концентрациях.

Однако для характеристики неоднородных систем и происходящих в них изменений трех указанных показателей бывает недостаточно. К неоднородным следует относить геохимические системы, в значительных частях которых фоновые содержания различны и статистические законы распределения составляющих элементов неодинаковы. В разных частях крупных неоднородных систем (например, в биосфере) наиболее распространенные элементы могут находиться даже в различных формах. Для характеристики таких систем В.А.Алексеенко был предложен новый показатель абсолютный разброс (АР). Он представляет собой отношение максимального фонового содержания элемента в одной (крупной для этой системы) части неоднородной геохимической системы к минимальному фоновому содержанию этого же элемента в другой части той же системы. АР в горных породах и почвах континентов колеблется для различных элементов от значений, близких к единице, до 4250. Элементы с минимальными и максимальными величинами разброса существенно отличаются по значениям потенциалов ионизации. Это свидетельствует о закономерном (связанном со строением электронных оболочек) разделении элементов по значениям АР.

К выявленным величинам АР в процессе эволюции организмы «привыкли». Резкое увеличение разброса элементов с малой величиной АР, вызванное космическими катастрофами или техногенезом, может привести к мутациям и смерти организмов.

Для количественной оценки эколого-геохимичеких изменений в различных частях биосферы и влияния этих изменений на развитие организмов В.А.Алексеенко были также предложены показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления. Первый показывает, какая масса определенного химического элемента (его соединений) накопилась в результате интересующих процессов (природных и техногенных) на единице площади в концентрациях, превышающих региональное фоновое содержание. ПАН количественно оценивает масштаб геохимических последствий какого-либо процесса. Для того чтобы не только количественно оценить геохимические последствия процесса, но и «выстроить в ряд» элементы (их соединения) по отношению к размеру изменений относительно первично-природного распространения этих элементов, был предложен показатель относительного накопления (ПОН). Он представляет собой отношение массы химического элемента (его соединений), накопившегося в сверхфоновых концентрациях, к региональному фоновому содержанию.

Ландшафты Западного Кавказа являются неоднородной биогенной системой. При ее изучении нас интересовало, как изменился АР в почвах геохимических ландшафтов региона под влиянием техногенеза. Проведенные исследования показали следующее:

- процессы техногенеза приводят к значительному увеличению в почвах абсолютного разброса Cu (в 2,3 раза) и Cr (в 1,4 раза) и к небольшому увеличению АР V, Co, Zn, Pb и Mn по сравнению с АР, установленным для биогенной системы;
- в целом геохимическая ситуация по значениям АР металлов в регионе далека от критической. АР металлов в почвах Западного Кавказа во много раз ниже их АР, рассчитанного для почв и пород континентов: в тысячи раз для Ba, Co; в десятки раз для Ti, Cu, Mn, Pb, V.

По предварительной оценке, наибольшее влияние, согласно величинам ПОН, на выращиваемую сельскохозяйственную про-

дукцию оказывает содержание в почве Ni. В соседние ландшафты наиболее интенсивно выносятся Sr и Mn, в наименьших количествах Cu.

Исследованные ландшафты рисовых чеков и лиственного леса являются трансаккумулятивными равнинной области. Они имеют гидрокарбонатно-кальциевый класс водной миграции в почвах на терригенных аллювиальных отложениях четвертичного возраста. По рассчитанным ПАН было установлено, что в почве рисовых чеков накапливается от 1,8 т/км^2 (Ni) до 6,0 т/км^2 (Zn), а вынос меняется от 3,6 т/км^2 (Cu) до 234,0 т/км^2 (Ti). Здесь наибольшее влияние на выращиваемую сельскохозяйственную культуру оказывают концентрации в почве Mo. В соседние ландшафты наиболее интенсивно выносится Cu, в меньших количествах Ba и Ti.

Результаты данных исследований целесообразно использовать для прогнозирования изменений содержания химических элементов в почвах при замене биогенных ландшафтов техногенными полеводческими и учитывать при планируемом внесении удобрений, особенно микроудобрений.

Работа проведена в рамках программы «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», Единого заказа-наряда Министерства образования РФ, программы «Университеты России – фундаментальные исследования».