

В.В. ДЬЯЧЕНКО, И.Ю. МАТАСОВА, Л.Г. ДЬЯЧЕНКО

Новороссийский политехнический институт (филиал)
Кубанского государственного технологического университета,
353900, Новороссийск, ул. Карла Маркса, 20, Россия, v-v-d@mail.ru, semigorie@mail.ru, larisalgd@bk.ru

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА РОССИИ (АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ)

Проведен анализ современного состояния и актуальности использования такого научного направления, как ландшафтно-геохимическое картографирование. На примере юга России рассмотрены принципы типологии геохимических ландшафтов, методология составления и основные направления практического применения их карт. Проанализированы основные ландшафтообразующие факторы юга России, методы их систематики и картографического выражения. Предложена матричная легенда к карте геохимических ландшафтов, позволяющая увидеть все их разнообразие, а также смоделировать ландшафты, которые могли существовать в прошлом (или в будущем) вследствие реализации сочетаний природных и техногенных факторов. Произведен анализ ландшафтной структуры Южного федерального округа (ЮФО) и Северо-Кавказского федерального округа (СКФО), включающий оценку природной дифференциации и специфики техногенной трансформации биосферы. Отмечен высокий уровень техногенного преобразования региона, в результате которого из 232 видов выделенных в м-бе 1:1 000 000 ландшафтов только 54 являются естественными, а все остальные в той или иной степени преобразованы хозяйственной деятельностью либо созданы человеком. В итоге техногенно преобразованные ландшафты занимают более 70 % территории юга европейской части Российской Федерации, что снижает экосистемную устойчивость региона. Сделаны предложения по внедрению ландшафтно-геохимического картографирования в практику природопользования.

Ключевые слова: карты, почвы, геохимия ландшафтов, микроэлементы, загрязнение, природопользование.

V.V. DYACHENKO, I.YU. MATASOVA, L.G. DYACHENKO

Novorossiisk Polytechnical Institute, Branch of Kuban State Technological University,
353900, Novorossiisk, ul. Karla Marksa, 20, Russia, v-v-d@mail.ru, semigorie@mail.ru, larisalgd@bk.ru

MAPPING OF GEOCHEMICAL LANDSCAPES IN THE SOUTH OF RUSSIA (SOME ASPECTS OF PRACTICAL IMPLEMENTATION)

This article analyzes the current state and relevance of using landscape-geochemical mapping. A case study for the south of Russia is presented, with a focus on the principles of the geochemical landscape typology, the compilation methodology and the main areas of practical implementation of particular maps. An analysis is made of the major landscape-forming factors for the south of Russia and the methods of their systematics and cartographic presentation. We suggest the matrix legend to the map of geochemical landscapes, visualizing all their diversity as well as modeling landscapes which could exist in the past (or in the future) as a result of the realization of existing combinations of natural and man-made factors. The landscape structure in the Southern Federal District and the North Caucasus Federal District has been analyzed, including assessments of the natural differentiation and specificity of the technogenic transformation of the biosphere. The analysis revealed a high level of anthropogenic transformation of the region so that only 54 of the 232 landscape types as identified at a scale of 1:1 000 000 are natural, and all the others have been to a certain extent transformed by economic activity or created by man. As a result, technogenically transformed landscapes occupy more than 70 % of the southern territory of the European part of the Russian Federation, which reduces the region's ecosystem stability. Suggestions are made on practical implementation of landscape-geochemical mapping in environmental management.

Keywords: maps, soils, landscape geochemistry, trace elements, pollution, environmental management.

ВВЕДЕНИЕ

Картографирование — один из основных географических методов исследования Земли и универсальная форма представления самых сложных закономерностей дифференциации ее поверхности,

компонентов, природных ресурсов, позволяющая на небольшом пространстве показать особенности строения обширных территорий и объектов. По мере накопления сведений о Земле и развития методов картографирования комплексность и информационная насыщенность карт возрастают. Одна из наиболее сложных форм отражения наших знаний и картографического моделирования геосистем — это карты геохимических ландшафтов.

Ландшафтно-геохимическое картографирование «пережило» пик бурного интереса и практического применения в 1970–1980-х гг., когда активно использовались геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых и получили развитие различные направления оценки состояния окружающей среды. Большой объем нового фактического материала требовал его интерпретации, осмысления, применения других, ранее не использовавшихся, методических подходов. И ландшафтно-геохимическое картографирование стало важным инструментом исследований, раскрывающим факторы химической дифференциации земной поверхности, а также механизмом структурирования и визуализации эколого-геохимической информации. Это позволило в короткий срок вывести на качественно новый уровень поиски полезных ископаемых, геохимию ландшафта, моделирование процессов миграции вещества и оценку состояния окружающей среды.

К настоящему времени данное направление картографирования несколько потеряло востребованность и популярность. Основные причины этого — резкое снижение объемов геохимических поисковых работ и вообще государственных затрат в геологии, общее снижение средств, выделяемых на фундаментальные исследования биосферы и др. В итоге, несмотря на обостряющиеся проблемы окружающей среды, ландшафтно-геохимическое картографирование не стало важным и необходимым компонентом процедуры ОВОС и экологической экспертизы, не вошло в состав методик и нормативных документов, перечень обязательных карт для оценки состояния и мониторинга окружающей среды. Мы считаем это серьезным упущением, главным образом в связи с вопросами землепользования, загрязнения почв, развития земельных кадастров, перспективой введения экологических паспортов земельных участков, недостатками в экологическом нормировании микроэлементов в почвах, экологическими проблемами химизации сельского хозяйства и т. д.

По всем этим направлениям ландшафтно-геохимическое картографирование может стать методической основой эколого-экономического планирования и сбалансированного природопользования. Как отмечалось ранее [1, с. 249], «Принципы ландшафтно-геохимического картографирования и оценки состояния окружающей среды позволяют учесть и визуализировать особенности техногенных и природных потоков вещества и разработать функциональное эколого-геохимическое зонирование территорий. Фактически геохимия ландшафта позволяет произвести качественный и количественный учет специфики биогеохимических круговоротов различных территорий, а значит, может являться основой для разработки стратегии создания оптимальных соотношений и концентраций химических элементов в результате их (биогеохимических круговоротов) коррекции».

Эти и другие проблемы природопользования определяют актуальность внедрения ландшафтно-геохимического картографирования в практику природопользования, а анализ методики составления и использования ландшафтно-геохимических карт — основная цель данной статьи.

ИСТОКИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Первые принципиальные предложения по классификации геохимических ландшафтов были высказаны Б.Б. Польшовым [2] в середине прошлого века. В дальнейшем его идеи получили развитие в работах А.И. Перельмана [3, 4] и М.А. Глазвской [5], а также в более поздних исследованиях В.А. Алексеенко [6, 7], В.В. Добровольского [8], Н.С. Касимова [4, 9], Б.Ф. Мицкевича [10], В.А. Снытко [11], Н.П. Солнцева [12], А.Д. Хованского [13] и др.

Началом ландшафтно-геохимического картографирования считается 1954 г., когда А.И. Перельман опубликовал первую карту геохимических ландшафтов европейской части СССР. За прошедшее время карты геохимических ландшафтов были построены как для некоторых регионов, так и для страны в целом. Однако сложность организации ландшафтов, большое количество классификационных признаков, различные подходы и понятийный аппарат авторов обусловили до сих пор нестабильное содержание карт и отсутствие единой типологии. При использовании сходных таксономических признаков классификации разных авторов плохо совмещаются, в различном значении используются одни и те же термины, неодинаковы последовательность и соподчиненность классификационных критериев и т. д.

Признанный лидер ландшафтно-геохимического и почвенно-геохимического картографирования — это кафедра геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета Московского госу-

дарственного университета [3–5, 9, 12, 14]. На юге России центром геохимического изучения ландшафтов долгое время был Ростовский государственный университет (а с 1990-х гг. и Кубанский государственный технологический университет), где в конце 1970-х гг. под руководством В.И. Седлецкого и В.А. Алексеенко были развернуты масштабные эколого-геохимические исследования. Одним из результатов стало издание карт геохимических ландшафтов некоторых регионов юга европейской части СССР в сотрудничестве с А.И. Перельманом, выступившим их научным редактором [15, 16]. Это был первый опыт издания серии среднемасштабных карт геохимических ландшафтов, созданных в едином методическом ключе [7], что позволяло проводить сравнительный анализ ландшафтно-геохимических характеристик различных территорий.

КАРТА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА РОССИИ

Новым этапом ландшафтно-геохимических работ на юге России, проводившихся в 2000-х гг. Кубанским государственным технологическим университетом, стало обобщение материалов по Северному Кавказу и Предкавказью [1], а также расширение исследований на север и восток, выход на такой своеобразный в физико-географическом и геохимическом отношении регион, как Прикаспийская низменность, включение в площадь исследований перигляциальных и подвергшихся оледенению территорий (Волгоградская область) [17]. Все это привело к увеличению массива опробования и обусловило необходимость разработки новых подходов к картографированию и типологии ландшафтов.

В итоге была составлена карта геохимических ландшафтов юга России (в пределах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов) м-ба 1:1 000 000, концепция и макет которой были представлены в 2012 г. [18], а итоговый вариант [19] вошел в тройку финалистов Национальной премии РГО «Хрустальный компас» 2016 г. В ряду немногочисленных карт геохимических ландшафтов регионов РФ [20] данная карта уникальна обеспеченностью полевыми и лабораторными работами [1, 17, 21]. В ней обобщены результаты всех ландшафтно-геохимических исследований юга России, в которых участвовали авторы. В результате картографирования и создания базы данных опробования почв (более 10 000 проб) и почвообразующих пород (более 2500 проб) стало возможным формирование структурной модели географической дифференциации и техногенной трансформации крупной биосферной единицы площадью около 600 тыс. км².

При выделении ландшафтов и картографировании использовались принципы и классификационные признаки, разработанные А.И. Перельманом [3, 4], М.А. Глазовской [5], Н.С. Касимовым [4, 9], Б.Ф. Мильковым [22], В.А. Алексеенко [6, 7], с дополнениями и уточнениями авторов в применении к особенностям региона. В электронном варианте карта состоит из трех основных компонентов: собственно картографического изображения территории в границах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов; текстовой легенды (условные обозначения, характеризующие содержание карты); матричной легенды (многоуровневая матрица, показывающая принципы систематизации и структуру классифицируемых единиц).

Картографирование региона выполнено на основе изучения и обобщения большого объема материалов геологического, почвенного, геоботанического, геоморфологического направлений и заверялось в процессе полевых работ. Основой для составления карты геохимических ландшафтов были топографические и геологические карты м-ба 1:200 000–1:1 000 000. Важным источником информации стали почвенные карты регионов и России в целом [23]. Большую роль в составлении карты играли космоснимки, а также атласы регионов [24, 25] и материалы Национального атласа [26].

Использование этих данных позволило установить основные факторы дифференциации ландшафтов и составить вспомогательные карты (геоинформационные слои), характеризующие классификационные параметры: растительные сообщества и виды природопользования, развитые в регионе; типы геохимической обстановки в почвах; характеристику аэриальной миграции; геоморфологические особенности; почвообразующие комплексы. В результате копирования всех карт на одну и последующей адаптации границ был сформирован макет карты и определены участки с одинаковым набором особенностей, т. е. геохимические ландшафты (рис. 1).

Картографическое моделирование осуществлялось с использованием средств растровой и векторной графики CorelDRAW Graphics Suite. Производилась послойная оцифровка растровых карт различных масштабов (1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000) с последующим приведением полученных векторных слоев к масштабу итоговой карты (1:1 000 000). В дальнейшем выделенные контуры заполнялись условными знаками, отражающими особенности ландшафтов, и их номерами.

Надо отметить, что картографируемая территория — один из самых плотно населенных (около 10 % населения России) и разнообразно используемых регионов, с другой стороны, — важнейший для Российской Федерации в рекреационном отношении с точки зрения биоразнообразия и биологической продуктивности, что отражается на контрастности ландшафтно-геохимических условий и большом количестве ландшафтов — 232. Обоснованность этого подтверждается тем, что А.И. Перельман выделил здесь более 25 природных ландшафтов из 110 встречающихся на территории бывшего СССР [27], хотя доля рассматриваемого региона была менее 3 % площади. Благодаря этому составление карты геохимических ландшафтов юга России дало толчок существенному развитию классификации и доработке методов картографического отображения геохимических особенностей ландшафтов.

Легенда карты ландшафтов представлена в виде матрицы, где в строках учитываются растительный покров и вид природопользования, а в столбцах — почвообразующие комплексы и рельеф (см. рис. 1). Класс водной миграции охарактеризован формулой в ячейке, образующейся на пересечении, а особенности аэральная миграции показаны цветом номера ландшафта. Таким образом, на горизонтальном и вертикальном входах матрицы размещены независимые ландшафтообразующие факторы, формирующие условия миграции вещества, а на их пересечении (в ячейках) приведены подчиненные факторы, отражающие основные особенности миграции микроэлементов.

В печатном варианте легенда (в целях экономии места) может быть представлена в виде предложенной А.Д. Хованским ветвящейся схемы выделения. Она позволяет более компактно показать все разнообразие внешних факторов миграции и изменять количество параметров в зависимости от сложности строения территории и масштаба картографирования [1]. Данная схема легла в основу методики классификационных уровней при картографировании геохимических ландшафтов [7].

Что же касается принципов классификации, то все ландшафты региона по соотношению основных видов миграции разделены на природные абиогенные, природные биогенные, природно-техногенные и техногенные. Далее они разделяются по соотношению и особенностям ведущих видов миграции, поэтому имеют различные таксономические признаки. Абиогенные ландшафты в пределах Земли А.И. Перельманом не разделялись, но, по всей видимости, необходимо выделять нивальные горные и покровные [1].

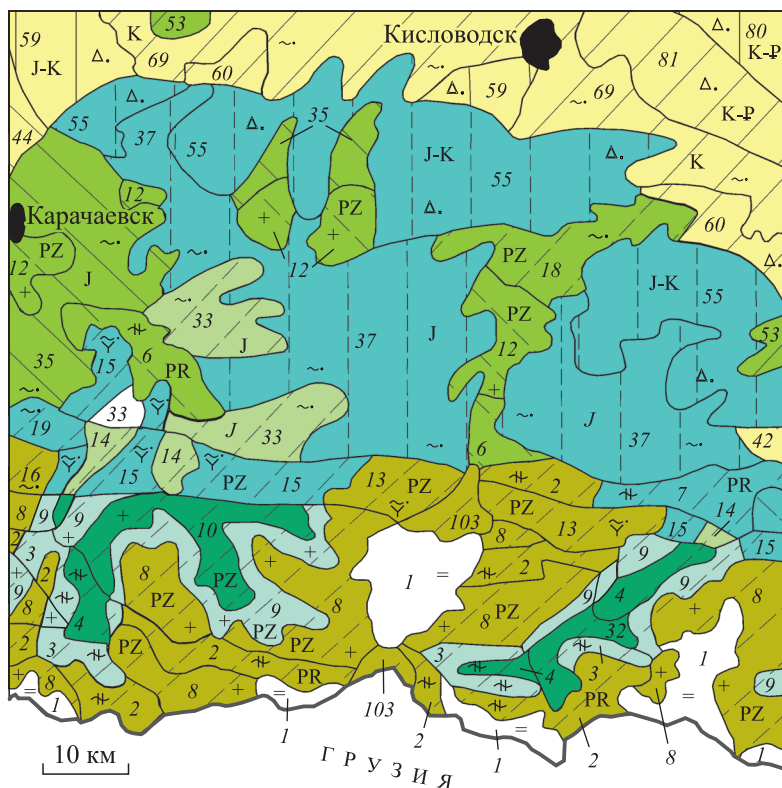


Рис. 1. Фрагмент карты геохимических ландшафтов юга России, м-б 1:1 000 000.

Растительный покров и вид природопользования		Почвообразующие комплексы и геоморфология									
Группы	Типы, отряды, семейства	PR	+ PZ	~ PZ	~ PZ	~ PZ	~ J	Δ, J-K	~ K	Δ, K-P	Y N
АБИОГЕННЫЕ		= 1									
НИВАЛЬНЫЕ		= 1									
ПРИРОДНЫЕ											
Примитивно-пустынные	Сельскохозяйственные, субальпийские высокогорные	Ca ²⁺ -Na ⁺ 2	Ca ²⁺ 8	Ca ²⁺ -Na ⁺ 13	Ca ²⁺ -Na ⁺ 16	Ca ²⁺ -Na ⁺ 16					Ca ²⁺ 103
	Субальпийские высокогорные	2,5 1,2 Be 4,1 1,4	5,1 1,0 4,1 Zn, Ni	5,2 0,6 4,6 Zn, P	5,6 0,3 5,3 Mo, W, Zn, Ba	5,6 0,3 5,3 Mo, W, Zn, Ba					5,0 1,1 3,9 Zn, Ni, Cr
Луговостепные	Луговые альпийских и субальпийских	H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 3	H-Ca ²⁺ 9								
	Субальпийских	3,5 0,5 3,0 Zn	4,8 0,8 4,0 Ni, Zn, Cr								
Лесные	Хвойные	H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 4	H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 10				H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 32				
	Смешанные	4,2 0,5 3,7 Zn, P	5,6 0,9 4,7 Zn, Ni, Cr				2,0 0,4 1,6				
Лесные	Смешанные						H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 33				
	Лиственные						1,6 0,6 1,0				
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ	Сельскохозяйственные, животноводческие, пастбищ и сенокосов	H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 7	H-Ca ²⁺ 6	H-Ca ²⁺ -Na ⁺ 15	H-Ca ²⁺ 19	H-Ca ²⁺ 19	H-Ca ²⁺ 37	H-Ca ²⁺ 55	H-Ca ²⁺ 69	H-Ca ²⁺ 81	
	Альпийские и субальпийские луговые	4,5 0 4,5 Zn	2,8 0,7 2,1	3,9 1,2 Be 2,7 W, Zn	2,4 0,8 2,1 Be	2,4 0,8 2,1 Be	5,4 0,2 5,2 Zn, Pb, W	4,9 0,9 4,0 Zn, Pb	5,9 Mn, Zn, W 5,8 Ba, Zn, Mo, V	6,9 Sr 6,9 Ba, Zn, Mo, V	3,0 0,6 Sr 2,4
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ	Степные и остепненные луговые										
	Степные и остепненные луговые										

2
1
3

1 — номер геохимического ландшафта; 2 — класс водной миграции; 3 — коэффициент индивидуальности (Ки). Почвообразующие комплексы и рельеф — пояснения см. текст.

Основные параметры биогенной миграции — это биомасса и продуктивность живого вещества [3], по соотношению и величине которых на юге России выделены примитивно-пустынные — высокогорная скально-осыпная растительность; пустынные — северные пустыни Прикаспийской низменности; лугово-степные — альпийские и субальпийские луговые, степи и остепненные луговые, сухие и опустыненные степи, пойменные луга и лугово-болотные ландшафты (марши); лесные — хвойные, смешанные, лиственные. В итоге выделено 10 разновидностей естественного растительного покрова. Однако вследствие высокой степени пастбищной дигрессии некоторые лугово-степные сообщества целиком или частично отнесены к природно-техногенным ландшафтам, или, как их еще называют, антропогенным модификациям [28].

В природно-техногенные (шесть разновидностей) входят лесотехнические и сельскохозяйственные животноводческие ландшафты пастбищ и сенокосов, которые с учетом значительной роли биогеохимического круговорота и устойчивости разделяются по видовому составу растительности.

Техногенные ландшафты представлены сельскохозяйственными полеводческими (семь разновидностей). Преобладают ландшафты с севооборотом однолетних культур, в зависимости от характера нарушения естественного гидрологического режима разделяющиеся на богарные, осушаемые, орошаемые и периодически заливаемые. Среди многолетних выделены сады, виноградники, чаевники. На карте различные виды природопользования и растительные сообщества, развитые в регионе, показаны определенным цветом.

По вертикали матрицы ландшафты разделены с учетом особенностей почвообразующих пород, которые по генезису, геохимии и литологии объединены авторами в 22 комплекса и размещены в матрице по уменьшению возраста. Среди них как древние (самые древние протерозойские — PR) литифицированные горные породы (15), так и четвертичные (Q) рыхлые отложения (7). Характеристика горных пород дана на карте возрастными индексами из геохронологической шкалы (PR, PZ и др.) и широко используемыми в геологии генетическими значками, поясненными в текстовой легенде.

В пределах каждого почвообразующего комплекса ландшафты разделены по интенсивности механической миграции и водообмена, обусловленных рельефом, с учетом коэффициента неоднородности [1] на три рода (по А.И. Перельману), а затем более детально, в соответствии с классификацией М.А. Глазковской [5], на элювиальные, трансэлювиальные и т. д. В рамках каждого почвообразующего комплекса геоморфологические разности размещены в соответствии с гравитационным движением стока — от автономных высокогорных к подчиненным равнинным (см. рис. 1). На территории юга России выделено 13 геоморфологических подразделений, показанных различной штриховкой. В высокогорье, низко-среднегорье и на равнинах выделены элювиальные, трансэлювиальные и трансаккумулятивные ландшафты, а на равнине также аккумулятивные, трансупераквальные, супераквальные и элювиально-аккумулятивные.

По геохимии водной миграции в почвах ландшафты разделены на 20 классов [3]. В случае комплексности почвенного покрова и существенных отличий классов водной миграции автономных и гетерономных элементов микрорельефа в формуле ландшафта через точку с запятой даются два, а в исключительных случаях — три класса (см. рис. 1). Кроме того, при резкой дифференциации почвенного профиля (солонцы, лугово-болотные и др.) через дробь приводится характеристика классов водной миграции средней–нижней частей почвенного профиля. Например, западные Бэровские бугры в зоне северных пустынь имеют самую длинную формулу: $Ca^{2+}; Ca^{2+} - Na^{+} - HCO_3^{-} - SO_4^{2+}; Na^{+} - Cl^{-} - SO_4^{2+}/Fe^{2+}$.

Номера ландшафтов на карте и в ячейках матрицы даются определенным цветом, соответствующим особенностям аэральной миграции. Выделение ландшафтов по условиям аэральной миграции произведено с учетом предложений [7]. Дальнейшие исследования показали, что разделения ландшафтов на подверженные ветровой эрозии, не подверженные и с современным отложением эолового материала недостаточно [1, 29]. Среди ландшафтов, подверженных ветровой эрозии, необходимо выделять дефляционные поля и аккумулятивно-дефляционные (транзитные) ландшафты. В итоге по особенностям аэральной миграции выделено пять разновидностей ландшафтов.

Всего на территории, занимающей почти 600 тыс. км² (около 3,5 % площади России), выделено более 230 видов геохимических ландшафтов в м-бе 1:1 000 000. Представленная в виде матрицы легенда наглядно отображает все их разнообразие и позволяет смоделировать ландшафты, которые могли существовать в прошлом (или в будущем) в результате совокупности природных и техногенных факторов.

Картографирование с использованием рассмотренных параметров позволяет судить о наиболее вероятном содержании химических элементов в почвах даже неизученных районов на основе соп-

ставления с аналогичными, так как территории с одинаковыми ландшафтообразующими факторами имеют сходную геохимическую структуру. А ландшафты, отличающиеся растительным покровом и видом природопользования, химизмом почвенных растворов и интенсивностью аэральной миграции, особенностями рельефа и геологическим строением (или хотя бы одним из этих факторов), закономерно отличаются условиями миграции, концентрациями и соотношениями химических элементов в почвах и растениях, а также ассимиляционным потенциалом и реакцией на внешнее воздействие [29]. Все это выдвигает методологию геохимии ландшафтов в базовые при биосферных исследованиях и требует изучения и систематизации ландшафтов для оценки состояния и природно-функционально-го зонирования регионов.

В качестве дополнительных характеристик выделенных ландшафтов в ячейках матрицы рядом с номером (см. рис. 1) приведена оценка геохимического своеобразия почв, через коэффициент индивидуальности — K_i [1]. Этот интегральный коэффициент близок по смыслу известному Z_c , но отражает степень отклонения почв каждого ландшафта от регионального фона [30] по концентрации 25 микроэлементов в область не только повышенных, но и пониженных значений, что с точки зрения геохимии ландшафта и оценки состояния биосферы не менее важно. Поэтому суммарная степень отклонения от регионального фона рассчитывается сложением не только коэффициентов концентраций (K_k), но и коэффициентов рассеяния (K_p) (в случаях, когда $K_k < 1$), за вычетом количества рассмотренных элементов. В ячейке матрицы K_i изображен в виде дроби, где в числителе приведена сумма K_k , а в знаменателе — K_p . Сложение этих величин характеризует степень геохимического своеобразия ландшафта — K_i . При повышенной роли в формировании K_k или K_p каких-либо микроэлементов (при K_k или $K_p > 1,5$) его символ приводится рядом (см. рис. 1), а микроэлементы выстраиваются по уменьшению его величины. Использование данного коэффициента [1, 31] показало хорошую взаимосвязь его численных значений со степенью техногенного преобразования и особенностями природных ландшафтообразующих факторов, что позволяет объективно выявить наиболее геохимически своеобразные (трансформированные, загрязненные) и требующие особого внимания ландшафты (или их фрагменты) с точки зрения как валового содержания, так и подвижных форм микроэлементов в почвах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ

Обращение к ландшафтам как к цельным многокомпонентным системам при картографировании позволяет не только рассмотреть весь комплекс факторов и взаимосвязей, но и зафиксировать происходящие изменения, а также характер антропогенного преобразования биосферы. На основе ландшафтно-геохимических карт могут проводиться как качественные, так и количественные оценки экологических ситуаций или геосистем для решения важнейших геоэкологических проблем. Кроме таких фундаментальных задач, как изучение закономерностей миграции и концентрации химических элементов в различных ландшафтно-геохимических условиях и установление роли природных и антропогенных факторов, карта, связанная с ней база данных и весь комплекс картографических материалов, основанных на ландшафтно-геохимических исследованиях, имеют несколько направлений практического применения. Данные материалы являются своеобразным репером, характеризующим ландшафты региона и уровень концентраций химических элементов в почвах (растениях) на период опробования и таким образом создают основу для проведения качественного и количественного мониторинга. Также они позволяют объективно выделить аномалии химических элементов в почвах и растениях, требующие внимания при оценке состояния окружающей среды и особого подхода в определении качества природопользования, а также корректировки платы за пользование землей. Кроме того, данные картографические материалы помогут определить перечень приоритетных региональных и местных агентов загрязнения или дефицитных физиологически важных микроэлементов, подлежащих обязательному контролю с точки зрения как валового содержания, так и подвижных форм. Карты геохимических ландшафтов станут основой разработки регионально-дифференцированных (экосистемных) принципов и показателей для экологического нормирования микроэлементов в почвах [1, 32, 33]. Они представляют собой пространственно-структурную основу для организации региональной экологической ГИС, разработки программ природоохранной деятельности и корректировки природопользования в регионе; должны быть важным компонентом земельных кадастров при разработке и внедрении экологических паспортов земельных участков, оценке состояния почв и нанесенного ущерба, в процессе регулярного мониторинга и при смене владельца (арендатора); позволяют оценить ассимиляционный потенциал ландшафтов и буферную способность почв к различным видам и агентам загрязнения.



Рис. 2. Практическое использование карты геохимических ландшафтов.

Целесообразно использовать данный комплекс картографических материалов при анализе существующих или проектируемых геоэкологических ситуаций (ОВОС, инженерно-экологические изыскания), касающихся как отдельных геосфер, так и обстановки в целом при различных видах техногенного воздействия или преобразования биосферы.

Возможные области практического использования карты геохимических ландшафтов и сопряженной с ней базы данных представлены на рис. 2.

Очевидно, что все рассмотренные направления практического применения карт геохимических ландшафтов могут быть предметом отдельных работ и основой созданных на их базе методик. В настоящее время наиболее актуальное направление — это разработка механизма интеграции конкретной, географически (ландшафтно) дифференцированной информации, характеризующей состояние окружающей среды в нормативно-правовое обеспечение экономики природопользования и природоохранной деятельности на территориях различных рангов.

Поскольку основное содержание карты это оценка структуры и свойств ландшафта, имеющих важное значение для здоровья людей, ландшафтно-геохимическое картографирование должно предшествовать комплексному или тематическому (например, медико-экологическому, выявлению загрязнения и др.) геоэкологическому картографированию и оценке состояния окружающей среды с последующей систематизацией информации на уровне ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования можно сделать вывод, что и в современных условиях ландшафтно-геохимическое картографирование сохраняет актуальность внедрения в практику природопользования и управления качеством окружающей среды. А его использование в сочетании с базой данных по результатам эколого-геохимического опробования компонентов биосферы (или другими пространственно-распределенными характеристиками) может быть очень востребованным и практически значимым.

Важнейшим шагом по возвращению ландшафтно-геохимического картографирования в широкую практику биосферных исследований, эколого-экономического планирования и сбалансированного природопользования могут стать разработка и закрепление основных типовых схем классификации ландшафтов для разных природных зон России и составление мелкомасштабных (1:1 000 000–1:2 000 000) карт геохимических ландшафтов по примеру почвенных [34].

Это создаст методическую и структурную основу для обобщения и интерпретации фактического материала, разработки более детальных карт и интеграции новой почвенно-геохимической информации в базу данных, формируемую под кураторством наиболее известных в регионе научных коллективов или организаций. Они могут быть объединены в рамках комиссии по ландшафтно-геохимическому картографированию РФ под методическим руководством кафедры геохимии ландшафта и географии почв Московского государственного университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. — Ростов-на-Дону: Комплекс, 2004. — 268 с.
2. Польшов Б.Б. Избранные труды. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 751 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Изд. 2-е. — М.: Высш. шк., 1975. — 342 с.
4. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. — М.: Астрейя-2000, 1999. — 768 с.
5. Глазовская М.А. Геохимические особенности типологии и методики исследования природных ландшафтов. — Смоленск: Ойкумена, 2002. — 288 с.
6. Алексеенко В.А. Ландшафтно-геохимические исследования и окружающая среда. — Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1989. — 142 с.
7. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. — М.: Логос, 2000. — 310 с.
8. Добровольский В.В. Геохимия почв и ландшафтов // Избр. труды. — М.: Научный мир, 2009. — Т. 2. — 752 с.
9. Комплексное экологическое картографирование (Географический аспект): Учебное пособие / Под ред. Н.С. Касимова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. — 147 с.
10. Мицкевич Б.Ф., Суцук Ю.Я. Основы ландшафтно-геохимического районирования. — Киев: Научная мысль, 1981. — 176 с.
11. Снытко В.А., Семёнов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа — Новосибирск: Наука, 1987. — 109 с.
12. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 376 с.
13. Хованский А.Д. Геохимия аквальных ландшафтов. — Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1993. — 240 с.
14. Богданова М.Д., Гаврилова М.П., Герасимова М.И. Мелкомасштабное почвенно-геохимическое картографирование. — М.: АПР, 2008. — 168 с.
15. Карта геохимических ландшафтов Ставропольского края. М-б 1:500 000 / Под ред. А.И. Перельмана. — М.: ГУГК СССР, 1990. — 2 л.
16. Карта геохимических ландшафтов Кабардино-Балкарской АССР и Северо-Осетинской АССР. М-б 1:500 000 / Под ред. А.И. Перельмана. — М.: ГУГК СССР, 1990. — 2 л.
17. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Фоновое содержание химических элементов в почвах физико-географических областей юга России // Проблемы региональной экологии. — 2012. — № 4. — С. 148–154.
18. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Карта геохимических ландшафтов юга РФ // Геохимия ландшафта и география почв: Материалы конф. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. — С. 324–332.
19. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Ландшафтно-геохимическая дифференциация юга России // Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана): Докл. Всерос. науч. конф. — М.: Изд-во Ин-та геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, 2016. — С. 355–358.
20. Геохимия ландшафтов и география почв. 100 лет со дня рождения М.А. Глазовской / Под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. — М.: АПР, 2012. — 600 с.
21. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Загрязнение и динамика микроэлементов в почвах юга России // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2015. — № 4. — С. 324–332.
22. Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. — 224 с.
23. Почвенная карта РСФСР. М-б 1:2 500 000 / Гл. ред. В.М. Фридланд. — М.: ГУГК СССР, 1988. — 16 л.
24. Атлас Республики Дагестан / Гл. ред. Б.А. Акаев. — М.: Федер. служба геодезии и картографии России, 1999. — 63 с.
25. Атлас Республики Северная Осетия-Алания / Ред. О.Г. Колодко. — Пятигорск: Северо-Кавказ. аэрогеодез. предприятие, 2010. — 48 с.
26. Национальный атлас России. Т. 2: Природа и экология / Гл. ред. В.В. Свешников. — М.: Изд-во ГОСГИС-ЦЕНТРА, 2004. — 495 с.

27. **Физико-географический** атлас мира / Гл. ред. Ю.В. Филиппов. — М.: Изд-во АН СССР, ГУГК СССР, 1964. — 298 с.
28. **Федина А.Е.** Смены антропогенных модификаций ландшафтов в горах Большого Кавказа // Вопросы географии. Ландшафтоведение: теория и практика. — М.: Мысль, 1982. — С. 164–169.
29. **Дьяченко В.В., Дьяченко Л.Г., Девисилов В.А.** Науки о Земле: Учебное пособие. — М.: Кнорус, 2010. — 302 с.
30. **Дьяченко В.В., Матасова И.Ю.** Региональные кларки почв юга России // Почвоведение. — 2016. — № 10. — С. 1159–1166.
31. **Дьяченко В.В., Ляшенко Е.А., Малыхин Ю.А.** Экосистемные принципы интегральной геоэкологической оценки селитебных и рекреационных ландшафтов // Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения академика В.Б. Сочавы. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН 2005. — С. 136–139.
32. **Дьяченко В.В.** Определение региональных нормирующих содержаний химических элементов в почвах на ландшафтно-геохимической основе // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. — 2001. — № 4. — С. 109–112.
33. **Дьяченко В.В., Ляшенко Е.А., Бургонский Д.Ю.** Проблемы эколого-геохимического нормирования почв юга России // Безопасность в техносфере. — 2008. — № 6. — С. 28–36.
34. **Конюшков Д.Е., Хохлов С.Ф., Контбойцева А.А., Савицкая Н.В.** Государственная почвенная карта и ее создатели // Бюл. Почвен. ин-та им. В.В. Докучева. — 2015. — Вып. 81. — С. 12–44.

Поступила в редакцию 10.04.2018

После доработки 04.07.2018

Принята к публикации 02.04.2019