

**СЕКЦИЯ 10
ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ**

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

Впервые в нашей стране широкие научно-методические и прикладные геохимические исследования урбанизированных территорий были начаты под руководством Ю.Е. Саета в 1976 году [1, 2]. Эти исследования опирались, с одной стороны, на разработки А.П. Виноградова, В.В. Ковальского, В.А. Ковды и их последователей, а с другой, на опыт поисковой геохимии. Затем эти методы были использованы при геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды [3] и поверхностных вод [4]. Аналогичный методический подход был применен в исследовании рудных месторождений при проведении геолого-разведочных работ для оценки воздействия на окружающую среду горнодобывающих предприятий [5].

В последующие годы большой вклад в совершенствование методики эколого-геохимических исследований и геоэкологического картирования, основанной на теории и методах поисковой геохимии [6], внесены сотрудниками Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), Всесоюзного геологического института (ВСЕГЕИ), Всероссийского института минерального сырья (ВИМС), институтами геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (г. Москва), института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), объединённого института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г. Новосибирск), Московского, Санкт-Петербургского, Воронежского государственных университетов, а также многих других учебных, научно-исследовательских и производственных организаций. Эколого-геохимические работы сразу же были довольно широко развернуты как в нашей стране (А.А. Беус, М.А. Глазовская, В.К. Лукашев, К.И. Лукашев, В.В. Иванов, В.В. Ковальский, В.А. Алексеенко, А.И. Перельман, Н.С. Касимов, П.В. Коваль и др.), так и за рубежом (Е. Goldberg, U. Forstner, J.A.C. Fortescue, H.J.M. Bowen, E.I. Hamilton и др.).

Более широко методологические подходы в области геоэкологии разрабатывались Г.А. Голодковской, Ю.Е. Саетом, В.Н. Островским и Л.А. Островским, Н.С. Касимовым, Э.К. Буренковым, А.А. Кременецким, Е.П. Яниным, А.А. Головиным, Л.Н. Гинзбургом, Н.К. Грибановой, В.И. Осиповым, В.Т. Трофимовым, Г.С. Вартаняном, В.Е. Ольховатенко, О.Н. Грязновым и др.

Выше речь шла в основном об оценках экологического состояния отдельных компонентов геологической среды и происходящих в ней процессах. Еще сложнее задача оценки интегрального экологического состояния геологической среды как сложной природно-техногенной системы. Для решения этой задачи в большинстве случаев применяется метод оценок с помощью баллов, широко используемый в географии [7]. Однако, как показывает практика, существующие балльные оценочные системы, предлагаемые в ряде методических документов по проведению геоэкологических исследований и картографирования, несовершенны и требуют корректировки. В частности, неудовлетворительно использование для геоэкологических характеристик средних баллов. Для интегральных оценок экологического состояния компонентов геологической среды весьма перспективен метод биоиндикации.

Авторами в ходе многолетних исследований в составе коллектива кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета наработан определенный опыт в проведении комплексных эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий юга Западной Сибири со сложной техногенной нагрузкой [7,8]. Работы включали исследования как от региональных немасштабных площадей территорий населенных пунктов в зоне воздействия разнопрофильных производств, в т.ч. и от предприятий ядерно-топливного цикла Сибирского химического комбината [9,10], так и до детальных обследований территорий городов, горно-промышленных предприятий, тепличных хозяйств и полигонов промышленных отходов отдельных предприятий Томской, Кемеровской областей, Алтайского края и Хакасии, городов Томска, Северска, Стрежевого, Междуреченска и др. [11].

Эти исследования базировались на общих системных экологических подходах, сформулированных Б.Г. Иоганзенем, И.П. Лаптевым и др., что позволило выработать некоторые общие методологические подходы к проведению оценки эколого-геохимического состояния урбанизированных территорий со сложным характером техногенного воздействия. При этом должны соблюдаться следующие принципы:

1. Исследования должны выполняться комплексно и базироваться на использовании геохимических и геофизических методов.
2. Оценку уровня накопления химических компонентов в различных точках территории необходимо выполнять синхронно (сближенно по времени). При этом опробование различных компонентов природной среды (снег, почва, биота и др.) следует отбирать в точках максимально сближенных в пространстве.
3. В исследование необходимо вовлекать максимальное количество депонирующих компонентов природной среды, способных сохранять загрязняющие вещества в течение длительного времени, а временные интервалы накопления можно достаточно четко устанавливать в этих компонентах (снег, почва, торф, волосы по длине их роста и т.д.).

4. Отбор проб, пробоподготовку и анализ компонентов необходимо проводить по единым унифицированным методикам с использованием высокочувствительных методов анализа, стандартных образцов и в аттестованных лабораториях. Следует определять максимально возможный комплекс химических компонентов (тяжелые металлы, радиоактивные и редкоземельные элементы, техногенные радионуклиды и основные ароматические углеводороды) и микробиологический состав вод и т.д. (табл. 1).

5. Одновременно с общим составом следует изучать и минеральный состав твердофазных образований в природных средах с использованием современных методов исследований (электронного микроскопа, микрозонда, лазерного микроанализа, рентгенно-фазового, дифференциально-термического и других анализов).

6. Использовать геохимические (Th/U, La/Yb, La/Ce, La+Ce/Yb+Lu и др.) и биоиндикаторные (хромосомные aberrации, микроядерный тест и др.) показатели для оценки экологической ситуации в районах с наличием радиационных факторов воздействия.

7. Математическую обработку геохимической информации проводить с применением современного статистического аппарата (статистические параметры, критерии Фишера, Стьюдента, Родинона, Колмогорова–Смирнова, Пирсона, Спирмена и др.), обращая особое внимание на достоверность полученных данных на основе нерегулярной сети опробования и малого объема выборок.

8. Картографическую привязку точек осуществлять в единой системе координат и создание карт проводить с использованием ГИС-технологий.

Все эти подходы использованы авторами при проведении региональных и детальных эколого-геохимических исследований отдельных объектов урбанизированных территорий юга Западной Сибири.

В ходе выполнения работ на территории юга Западной Сибири в условиях различных как природных ландшафтов равнинного и горно-долинного типа, так и техногенных выработан определенный комплекс эколого-геохимических исследований, который включает гамма-радиометрические, гамма-спектрометрические, снегогеохимические, литогеохимические, гидрогеохимические и биогеохимические съёмки. Выполнение гамма-радиометрической съёмки на площади работ позволяет фиксировать радиоактивные аномалии с повышенной природной и техногенной величиной мощности экспозиционной дозы. Спектрометрическая съёмка выявляет площади распространения природных радионуклидов (U, Th и K), а также позволяет фиксировать участки неравномерного внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственных полях. С помощью снеговой съёмки определяем уровень запыленности и степень загрязнения в кратковременной депонирующей среде. Литогеохимическая и биогеохимическая съёмки фиксируют в долговременной депонирующей среде загрязнения тяжелыми металлами территорий городов, промышленных предприятий и сельхозугодий.

Комплексность и системный подход в изучении природно-техногенных систем изученных территорий сводится к следующему:

1. Региональные внесмасштабные исследования малых населенных пунктов в зоне воздействия предприятий ядерно-топливного цикла.
2. Среднемасштабные исследования урбанизированных территорий средних и малых городов.
3. Крупномасштабные исследования горно-промышленных территорий и территорий сельхозугодий.
4. Детальные исследования тепличных хозяйств.
5. Детальные исследования территорий полигонов промышленных и бытовых отходов, отвалных хозяйств горно-рудных производств и золошлаковых отходов.

Реализуемый в исследовании подход может быть представлен в виде таблицы:

Таблица

Основные виды и масштабы исследований объектов эколого-геохимической оценки

Объекты изучения	Виды исследования	Масштаб исследования
Территории малых населенных пунктов	Выбор в населенном пункте пяти частных подворий: 1.Размещение площадки исследования размером 10х10 метров на пахотном участке с проведением радиометрических, спектрометрических замеров методом конверта и отбор объединенной пробы почвы; 2.Измерение радона в подпольных помещениях; 3.Отбор проб картофеля, молока, воды и снега.	внесмасштабные исследования
Территории малых и средних городов	1.Снеговая съёмка;	1:50 000
	2.Комплексная радиометрическая, спектрометрическая и литогеохимическая съёмки;	1:25 000
	3.Биогеохимическая съёмка;	1:100 000
	4.Гидрогеохимические исследования;	внесмасштабные
Территории промышленных предприятий	1.Снеговая съёмка;	1:25 000
	2.Литогеохимическая съёмка;	1:10 000
	3.Радиометрическая съёмка;	1:2 500
	4.Спектрометрическая съёмка;	1:5 000
	5.Радиометрическая и спектрометрическая съёмки цехов предприятия;	1:500
	6.Опробование отходов производства.	внесмасштабные

Территории сельхозугодий	1.Исследования снегового покрова; 2.Спектрометрическая и литогеохимическая съемки; 3.Отбор проб растительной продукции; 4.Исследование контрольных площадок.	внемасштабные 1:10 000 внемасштабные внемасштабные
Территории тепличных хозяйств	1.Радиометрическая и спектрометрическая съемки теплиц; 2.Отбор проб почво-смесей и их исходных компонентов; 3.Отбор проб растительной продукции; 4.Гидрогеохимическое исследование вод.	1:500 внемасштабные внемасштабные внемасштабные
Территории полигонов, отвалных хозяйств и золошлаковых отходов	1.Спектрометрическая съемка отвалов; 2.Отбор проб по выборочным площадкам или с отбором групповых проб; 3.Отбор проб почв из почвенных горизонтов.	1:1000 внемасштабные внемасштабные

Комплексная эколого-геохимическая оценка современного состояния урбанизированных территорий с учётом природно-климатических и гидрогеологических условий, демографической и социально-экономической обстановки, хозяйственной деятельности и связанной с ней техногенной нагрузки, показывает, что Сибирский регион испытывает прессинг со стороны различных предприятий, которые отличаются специфической геохимической особенностью пылеаэрозолей и почв.

Использование комплексного геохимического подхода к изучению экологической обстановки позволило районировать территории с наличием разнопрофильных производств, выделять зоны и сектора с неблагоприятной обстановкой, что способствует разработки мероприятий практической медицины с учётом конкретной геохимической обстановки, как, например, в случае наличия бромной субпровинции в зоне воздействия нефтехимического производства при дефиците йода [12].

Результаты работы представляют интерес как в теоретическом отношении (вопросы эмиссии пылеаэрозольных выпадений с их геохимической особенностью для Сибири), так и с точки зрения решения широкого круга прикладных задач, связанных с экспрессной оценкой загрязнения территорий и проблемами организации геохимического мониторинга, что может обеспечить геоэкологическую безопасность урбанизированных территорий.

Литература

1. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО. 1980. – 59 с.
2. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод. – М.: ИМГРЭ, 1985. – 46 с.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
6. Принципы и методика геохимических исследований при прогнозировании и поисках рудных месторождений: методические указания / ред. А.А. Смыслов. – Л.: Недра, 1979. – 248 с.
7. Арманд, Д.П. Системы баллов. Наука о ландшафте. – М.: Мысль, 1975. – С.114–136.
8. Экология Северного промышленного узла г. Томска: проблемы и решения / ред. А.М. Адам. – Томск: Изд. ТГУ, 1994. – 260 с.
9. Язиков, Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. – 2001¹. – Т.304. – Вып. 1. – С. 325–336.
10. Рихванов, Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
11. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... докт. геолого-минерал. наук: 25.00.36 / Егор Григорьевич Язиков; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2006. – 423 с.
12. Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области): дис. ... канд. биол.: 03.00.16 / Наталья Владимировна Барановская; Том. политехн. ун-т; науч. рук. Л.П. Рихванов. – Томск, 2003. – 172 с.