

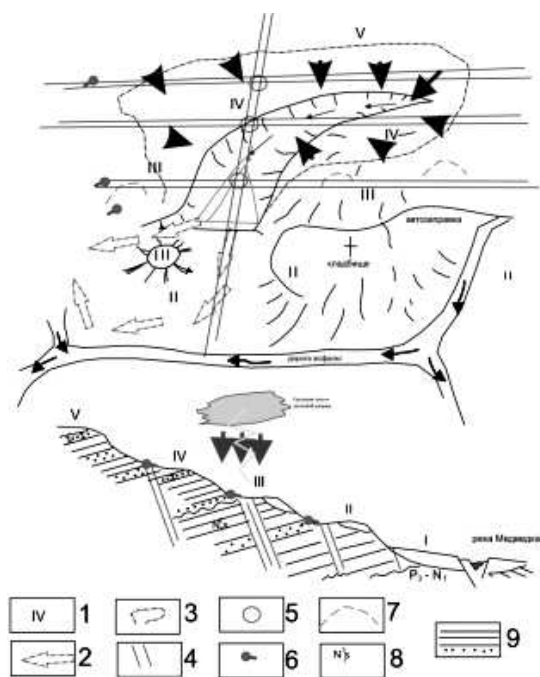


Рис. 1 Природные условия образования аномальной волны по правому борту р.Медведки (ст. Новомарьевская, май 2009, по данным наблюдения Харченко В.М.)

1 – террасовидные поверхности выравнивания, 2 – направления потока большой волны, 3 – водосбор, 4 – зона тектонических нарушений, 5 – узловая точка, аномальная зона электропроводимости, 6 – родники, 7 – воронки оседания в зоне разлома, 8 – возраст пород, 9 – глины с прослоями

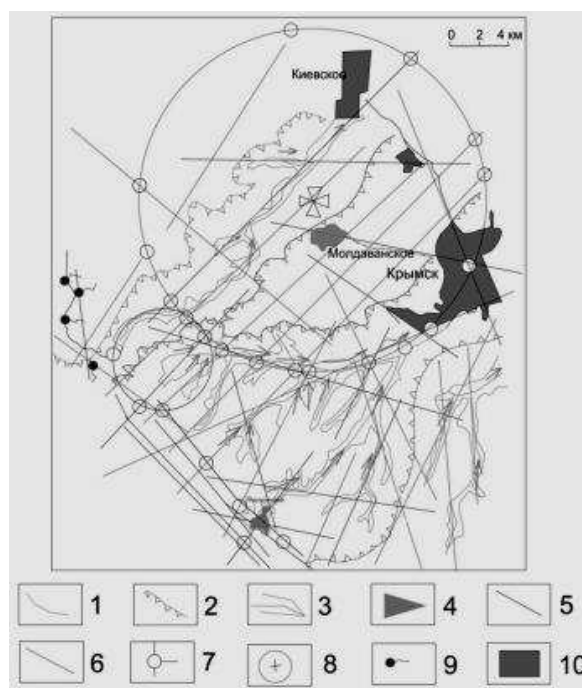


Рис. 2 Природные условия образования аномальных волн в долинах рек (геоморфологические, тектонические и физические аспекты) на примере г. Крымск. Ландшафтно-геоэкологическая схема долин р. Баканки и Неберджинской Северо-Западного Кавказа (с г. Крымском в устье)

1 – водотоки, 2 – контур водосбора, 3 – пойма, 4 – водохранилище, 5 – уступы рельефе, 6 – тектонические нарушения, 7 узловые точки (зоны субвертикальной деструкции и аномальной проводимости (электрической)), 8 – СЦТ (структуры центрального типа), 9 – родниковые источники, 10 – населенные пункты

Литература

1. Харченко В. М. К вопросу о природе бугров Бэра // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – Астрахань, 2009. – № 3. – С. 66–71.
2. Харченко В. М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): Автореферат. дис. ... докт. геол.-минер. наук. – Ставрополь, 2012. – 49 с.
3. Харченко В.М. Карта ландшафтно-геоэкологических условий территории Республики Калмыкия. М 1:500 000. – Новочеркасск, 1996.

ЛИШАЙНИКИ–ЭПИФИТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Т.С. Большунова^{1,2}

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов²

¹ТомскНИПИнефть, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томская область, характеризуется такими специфичными производствами как атомная энергетика, теплоэнергетика, нефтехимическая промышленность (Томск-Северская промышленная агломерация), нефтегазодобывающий комплекс (запад, северо-запад области), которые являются источниками поступления в атмосферу разнообразных газообразных веществ и твердых частиц, содержащих широкий спектр химических элементов, в том числе редких и радиоактивных. Вышесказанное обуславливает необходимость контроля состояния атмосферного воздуха и анализа атмосферных эмиссий.

К настоящему времени в России накоплен большой опыт использования лишайников в качестве биоиндикаторов для изучения динамики загрязнения воздушного бассейна территории [1-3]. Что касается

Томского региона, особенно северных районов области, метод лишеномониторинга пока не нашёл широкого применения.

Лишайники встречаются почти во всех регионах, устойчивы к экстремальным природным условиям. Поскольку эти организмы не имеют корневой системы, их питание является атмосферным и, соответственно, элементный состав в обобщённом виде отражает состав химических элементов в атмосфере, находящихся в газообразном или растворённом состоянии, а также в виде твёрдых частиц.

Лишайники представляют собой симбиоз микобионта и фотобионта. Они широко признаны хорошими биомониторами в связи со способностью накапливать элементы в концентрациях, превышающих их физиологические потребности, и удерживать их в талломе (теле) долгое время. Поскольку питание лишайников атмосферное, они получают вещества мокрых и сухих выпадений посредством захвата их всей поверхностью таллома.

Образцы проб лишайников-эпифитов, произрастающих на деревьях, отбирались в августе и сентябре 2010 – 2012 гг. в районах нескольких нефтяных месторождений Томской области (32 пробы). Кроме того, использовались сборы лишайников, отобранные в 2006 г. [4] в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны (8 проб) и на юге, юго-западе Томского района Томской области (10 проб), принятом за местный фон. Также, в 2012 году для оценки глобального химического фона были отобраны лишайники Альпийского региона (Заммеринг, Австрия). Отбор производился со взрослых деревьев, преимущественно с берёзы бородавчатой и с деревьев хвойных видов, на высоте 1,5–1,8 м от поверхности земли.

Пробы отбирались в герметичные полиэтиленовые пакеты. В лаборатории образцы были очищены от посторонних загрязнителей (частиц коры, хвои и пр.) и высушены до воздушно сухого состояния. Для аналитических исследований готовились лишайники распространённых фоновых видов: *Evernia Mesomorpha*, *Usnea Subfloridana*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia Sulcata*. Пробы во всех случаях были смешанные.

Для количественного анализа на содержание химических элементов в лишайниках использовался современный неразрушающий высокочувствительный ядерно-физический метод нейтронно-активационного анализа (ИНАА) с облучением тепловыми нейтронами, который был реализован в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Для проведения ИНАА образцы были измельчены и озолены в муфельной печи при температуре 450-500°C. Озоление растительных проб позволяет снизить вероятность возникновения погрешностей от органической части и улучшает репрезентативность результатов благодаря концентрированию элементов в пробах. При этом учитывалось, что даже при таком низкотемпературном озолении происходит частичная потеря отдельных элементов с газовой фазой. До и после озоления пробы взвешивались, на анализ готовилась навеска 100 мг. Зола лишайников анализировалась вышеуказанным методом на 28 химических элементов.

Концентрации химических элементов в пробах были пересчитаны на единицу сухой массы, используя коэффициент озоления, полученный для проб лишайника.

В качестве программного обеспечения использовались Microsoft Word, Microsoft Excel, CorelDRAW 13, STATISTIKA 6.0. По полученным результатам были рассчитаны статистические параметры распределения элементов: среднее, стандартная ошибка, стандартное отклонение. Проводилась проверка на нормальность распределения элементов в выборке тестом Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования проб лишайников-эпифитов представлены в таблице.

Таблица

**Сравнительная характеристика элементного состава эпифитных лишайников
(мг/кг, в пересчёте на сухое вещество)**

Элементы	Районы НГДК Томской обл. (32 пробы)	Зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации, 8 проб [4]	Условный фон Томской области, 10 проб [4]	Среднее по лишайникам Томского региона (50 проб)	Альпы, Заммеринг, Австрия (1 проба)
	$\bar{X} \pm \delta$				
Натрий	289±116	305±84	235±92	276	88
Кальций	1700±617	3041±1299	3650±1464	2797	1719
Скандий	0,29±0,1	0,36±0,13	0,22±0,04	0,29	0,06
Хром	4,14±1,6	2,14±0,5	1,72±0,3	2,7	3,7
Железо	785±263	913±245	606±120	768	401
Кобальт	0,43±0,1	0,50±0,13	0,29±0,05	0,4	0,16
Цинк	45±14	34±0	н.д.	40	31
Мышьяк	0,19±0,04	0,08±0	0,07±0	0,11	0,003
Бром	5,6±1,8	0,89±0,3	0,60±0,2	2,4	5,4
Рубидий	7,2±2	3,12±1,1	2,93±0,7	4,4	1,5
Стронций	11,4±4	32,3±12	1,8±0	15,2	4,8
Серебро	0,011±0,007	0,019±0,003	0,018±0	0,016	0,011
Сурьма	0,046±0,02	0,133±0,04	0,063±0,02	0,081	0,113

Элементы	Районы НГДК Томской обл. (32 пробы)	Зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации, 8 проб [4]	Условный фон Томской области, 10 проб [4]	Среднее по лишайникам Томского региона (50 проб)	Альпы, Заммеринг, Австрия (1 проба)
	$\bar{X} \pm \delta$				
Цезий	0,14±0,04	0,13±0,02	0,08±0,02	0,12	0,05
Барий	30±8	27±6,6	18±5	25,0	7
Лантан	0,9±0,3	1,32±0,5	0,79±0,15	1,0	0,009
Церий	1,56±0,6	2,15±0,7	1,30±0,1	1,67	0,004
Неодим	0,51±0,2	1,19±0	н.д.	0,85	0,011
Самарий	0,14±0,06	0,18±0,06	0,10±0,03	0,14	0,002
Европий	0,036±0,01	0,040±0,01	0,026±0,007	0,03	0,02
Тербий	0,022±0,009	0,028±0,01	0,017±0,002	0,02	0,002
Иттербий	0,064±0,03	0,106±0,03	0,065±0,01	0,08	0,001
Лютеций	0,012±0,008	0,014±0,005	0,009±0,003	0,01	0,002
Гафний	0,16±0,07	0,19±0,06	0,10±0,02	0,15	0,5
Тантал	0,028±0,01	0,042±0,01	0,024±0,007	0,03	0,05
Золото	0,0012±0,0007	0,0002±0	0,0002±0	0,0005	0,03
Торий	0,18±0,07	0,26±0,09	0,14±0,03	0,19	0,05
Уран	0,07±0,03	0,20±0,05	0,06±0,02	0,11	<0,01

Анализ полученных данных по содержанию изученных элементов в лишайниках (табл.) показывает, что данный биологический вид, отобранный на территориях в зоне влияния нефтедобывающего комплекса по сравнению с таковым из условно фоновой территории Томского района, более обогащён такими элементами, как Na, Sc, Fe, Cr, Zn, As, Br, Rb, Ba, Au, превышения по которым наблюдаются в 1,3 – 9 раз.

Как видно из анализа материалов таблицы, чётко прослеживается специфика геохимического спектра изученного лишайника, отобранного в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны, которую формируют предприятия ЯТЦ, нефтехимического комбината, ТЭЦ и некоторых других, определяющаяся концентрированием лантаноидов, актиноидов (Th, U), Sr, Sb.

Повышенное содержание Са в пробах условного фона может являться следствием выбросов ТЭЦ, ГРЭС гг. Томска и Северска, а возможно и дальнего переноса пыли из районов Кузбасса.

Ещё более существенная разница в уровнях накопления изученных элементов отмечается при сравнении материалов по Томской области с условно фоновым районом, расположенным в Альпах (Австрия). Лишайник из этого района характеризуется минимальными содержаниями большинства изученных компонентов. Исключение составляют Cr, Br, Sb, Hf, Ta, Au. Повышенные содержания хрома и брома, приближающиеся к таковым для районов нефтегазодобычи на севере Томской области, и, возможно отражают влияние нефтеперерабатывающих и других предприятия Австрии, расположенных в районе Вены.

По результатам исследования, можно с уверенностью судить о хороших биомониторных свойствах эпифитных лишайников и рекомендовать их в качестве основного объекта исследований при оценке техногенной трансформации природных сред.

Литература

1. Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Т. 12. – С. 113–175.
2. Михайлова И.Н., Воробейчик Е.Л. Эпифитные лишайники в условиях химического загрязнения: зависимости доза–эффект // Экология. – Екатеринбург, 1995. – № 6. – С. 455–460.
3. Нифонтова М.Г. Долговременная динамика содержания техногенных радионуклидов в мохово-лишайниковом покрове // Экология. – Екатеринбург, 2006. – № 4. – С. 275–279.
4. Шатилова С.С. Геохимические особенности распределения микроэлементов в золе лишайников (*Evernia mesomorpha*) Томского района // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XI международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 619–621.

СЕЛИ – ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОБУСЛАВЛИВАЕМЫЕ ГОРНЫМИ РЕКАМИ

В.А. Винникова

Научный руководитель старший преподаватель Н.В. Архипова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Быстропротекающие геологические процессы (БПП) отражают воздействие ряда природных геологических и антропогенных процессов и явлений на состояние современной окружающей геологической среды. Данное воздействие нередко заканчивается неблагоприятными или даже катастрофическими последствиями на биоту вообще и человечество, в частности [3]. Рассматриваемые явления тесно связаны с