

На правах рукописи

БосУ

БОЛЬШУНОВА ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В
РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ
ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА И
ЛИШАЙНИКОВ-ЭПИФИТОВ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

ТОМСК – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор

Рихванов Леонид Петрович

Официальные оппоненты:

Страховенко Вера Дмитриевна

доктор геолого-минералогических наук, Институт геологии и минералогии им В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), ведущий научный сотрудник

Любимов Роман Владимирович

кандидат геолого-минералогических наук, Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (ИВЭП СО РАН, Горно-Алтайский филиал, Майминский район, с. Кызыл-Озек), научный сотрудник

Ведущая организация:

Акционерное общество «Томскгеомониторинг» (АО «Томскгеомониторинг», г. Томск)

Защита состоится 12 ноября 2015 г. в 14 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 2 (строение 5), корпус 20, ауд. 504.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск, ул. Белинского, 55) и на сайте: <http://portal.tpu.council/914/work>

Автореферат разослан « ___ » _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к. г.-м. н., доцент



Л. В. Жорняк

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Практически любая территория при современном уровне развития промышленности и сельского хозяйства, подвержена в большей или меньшей степени антропогенной нагрузке. Томская область (ТО), характеризуется наличием таких специфичных производств как ядерно-топливный комплекс, теплоэнергетика, и нефтехимическая промышленность (Томск-Северская промышленная агломерация), нефтегазодобывающий комплекс (НГДК) (запад, северо-запад области) (Язиков, 2006; Межибор, 2009; Таловская, 2010 и др.), которые являются источниками поступления в атмосферу разнообразных газообразных веществ и твердых частиц, содержащих широкий спектр химических элементов, в том числе редких и радиоактивных.

В последние десятилетия на территории области ведётся активная добыча, разведка и разработка месторождений нефти и газа, что, несомненно, способствует возрастанию загрязнения атмосферы и других природных сред. Значительное влияние на уровень атмосферного загрязнения в пределах Томской области может оказывать трансграничный перенос загрязняющих веществ предприятий с севера и юга Западной Сибири, Южного Урала, Казахстана. Основные антропогенные источники загрязнения ТО расположены на севере, северо-западе области, в связи с преимущественным сосредоточением в этом районе нефтегазодобывающих предприятий области (Экологический мониторинг..., 2012).

Изучение уровня эмиссий в атмосферу загрязняющих веществ имеет практическое значение, позволяя оценивать степень загрязнения от локальных источников в условиях активного освоения нефтегазовых месторождений, и представляет интерес с целью определения переноса загрязнителей от источников эмиссий (Язиков, 2006; Московченко, 1998, 2010, 2012 и др.).

Оценка и, тем более, прогноз состояния приземной атмосферы являются сложной задачей. Критерии качества среды должны рассматриваться с учётом потребностей живых организмов, только в этом случае будут обеспечены условия для сохранения и развития жизни. В этой связи, биомониторинг является неотъемлемой частью экологического мониторинга и мониторинга вообще (Николаевский, 1981 и др.). Использование лишайников-эпифитов в качестве активных биомониторов – одно из актуальных направлений биомониторинга (Баргальи, 2005).

На практике состояние приземного слоя атмосферы месторождений предприятий нефтедобывающего комплекса Томской области оценивается посредством проведения экологического мониторинга атмосферного воздуха, в программу которого входят локальные аппаратные замеры небольшого перечня загрязняющих веществ от источников выбросов на месторождениях (Хаустов и Редина, 2006) и снеговая съёмка с отбором проб снега и анализа снеготалой воды (Шатилов, 2001; Язиков, 2006; Грива, 2006; Московченко и Бабушкин, 2012).

Представляется весьма интересным получить более обширную информацию о влиянии источников загрязнения атмосферы объектами нефтяных месторождений, выявить широкий перечень типичных элементов-загрязнителей в изучаемом районе. Таким образом, комплексное изучение состояния атмосферного воздуха районов нефтедобывающего комплекса по данным изучения снегового покрова и лишайников, позволят более достоверно и детально оценить степень влияния

источников загрязнения и оптимизировать методику ведения экологического мониторинга атмосферного воздуха.

Цель исследований: разработать подходы к оценке степени трансформации природной среды территории влияния НГДК Томской области по результатам изучения химического состава снегового покрова и лишайников-эпифитов.

Задачи исследований:

1. Изучить химический состав снеготалой воды из районов НГДК и сопоставить уровень накопления химических элементов с фоновыми районами.
2. Исследовать элементный состав эпифитных лишайников, произрастающих в районах эксплуатации нефтяных месторождений и сопоставить их геохимические особенности с таковыми из фоновых районов.
3. Определить приоритетный перечень химических элементов-индикаторов, характерных для выбросов источников НГДК, в отношении которых необходимо ведение мониторинга.

Фактический материал и методы исследований. Основу диссертационной работы составляют результаты исследований фактического материала, собранного автором в составе коллектива департамента Экологии ОАО «ТомскНИПИнефть», сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии в течение 2010-2013гг, и обработанного непосредственно автором и сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии. Также использованы результаты исследований специалистов, в разное время занимавшихся изучением пылеаэрозольных выпадений в снеготалой воде, лишайниках, сфагновых мхах на территории Томской области (С.В. Шатилова, А.М. Межибор, И.С. Соболев и др.).

В основу работы положены обработанные автором результаты анализа 127 проб компонентов природной среды – эпифитных лишайников и снеготалой воды (100 проб лишайников и 27 проб снегового покрова). Часть работы была выполнена в рамках гранта РФФИ № 12-05-31522.

Количественное определение химических элементов в лишайниках было выполнено методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии, функционирующей на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская) и методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на базе исследовательской лаборатории Федерального центра защиты здоровья животных, г. Владимир (аналитик И.В. Подкозлин). Также этим методом выполнялись анализы в химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск, аналитик Н.В. Федюнина) и в лаборатории аналитического центра геохимии природных систем, ТГУ, г. Томск, (аналитики Ю.В. Аношкина, Е.И. Никитина, Т.В. Трофимова) для исследования снеготалой воды.

Все аналитические исследования проведены в аккредитованных лабораториях по аттестованным методикам с применением стандартных образцов сравнения. Погрешность определения большинства анализируемых элементов не превышала 20%.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Установлен элементный состав лишайников-эпифитов (58 химических элементов) и снеготалой воды (64 химических элемента) на территории НГДК Томской области.

Выявлено, что элементный состав лишайников в фоновых районах имеет близко идентичный микроэлементный состав, а концентрации химических элементов отражают специфику ландшафтно-геохимических особенностей произрастания и (или) техногенной трансформации.

Установлена закономерность зонального распределения редких, редкоземельных и радиоактивных элементов лишайников Томск-Северской промышленной агломерации относительно их возможных источников поступления.

Доказано, что в изучаемых компонентах природной среды специфичными элементами, отражающими влияние НГДК Томской области на природную среду, по комплексу изученных сред являются Cr, Ba, Pb, Zn, As, Sb.

Практическая значимость работы:

1. Создана база данных для определения местного уровня содержания химических элементов в эпифитных лишайниках и снеготалой воде, которая впоследствии может использоваться при ведении экологического мониторинга, в комплексных экологических изысканиях в качестве оценочных уровней, а также служить для прогнозирования влияния техногенного воздействия на природную среду и здоровье человека.
2. Предложен перечень типоморфных химических элементов в снеготалой воде в комплексе с оценкой содержания элементов, накапливаемых лишайниками – эпифитами при ведении мониторинга атмосферного воздуха в исследуемых районах в дополнение к методу прямых измерений загрязняющих веществ от источников выбросов и анализа количественного содержания узкого перечня элементов и химических показателей в снеготалой воде.
3. Результаты исследований рекомендованы государственным природоохранным органам и научно-производственным предприятиям в работах по оценке состояния атмосферного воздуха на нефтяных месторождениях Томской области.
4. Результаты исследований использованы при чтении учебных курсов «Геохимический мониторинг», «Геоэкология» для студентов кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ по специальности «Геоэкология».

Достоверность защищаемых положений определяется количеством используемого фактического материала, изученного высококачественными современными аттестованными аналитическими методами в аккредитованных лабораториях, глубокой проработкой полученного материала и имеющихся литературных данных, апробацией результатов исследования, публикациях в рецензируемых научных журналах и докладах на научных конференциях.

Апробация и публикации: Основные положения работы и результаты исследований, полученных автором, докладывались и обсуждались на конференциях различного уровня: XIV, XVI, XVIII, XIX Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр» имени академика М.А. Усова (г. Томск, 2010, 2012, 2014, 2015), на Международной научно-практической конференции Самарского Гос. Университета «Ашировские чтения» (г. Туапсе, 2010 г.), на V Межвузовской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые – наукам о Земле», (г. Москва, 2010 г.), на V Сибирской конференции молодых учёных по наукам о Земле (г. Новосибирск, 2010г.), на третьей региональной научно-технической конференции молодых специалистов ОАО «ТомскНИПИнефть», (г. Томск, 2011 г.), на VIII Всероссийской конференции по анализу объектов окружающей среды «ЭКОАНАЛИТИКА-2011» и Школа молодых

учёных, посвящённые 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова, (г. Архангельск, 2011г.), на European Geosciences Union General Assembly 2013 (EGU 2013) (Вена, Австрия, 2013), на Международной школе-семинаре «Геохимия живого вещества» (Томск, 2013г.), на международной конференции молодых учёных «Изменение климата и природной среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация» (Кисловодск, 2014г.), на Международной биогеохимической школе «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии» (г. Барнаул, 2015г.).

Основные положения диссертации отражены в 18 статьях и тезисах докладов, из которых 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, 1 статья на английском языке в издании, цитируемом Scopus.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав и выводов, изложенных на 182 страницах машинописного текста, иллюстрированных 40 рисунками и 19 таблицами. Список литературы содержит 242 наименования, из них 101 – на английском языке.

Основные защищаемые положения:

1. Снеготалая вода в районах нефтедобывающего комплекса Томской области характеризуется слабокислой реакцией среды, повышенными относительно фона содержаниями нитратов, фенолов и нефтепродуктов, а также повышенными концентрациями Sb, Cr, Pb, Zn, Ba, As.
2. Микроэлементный состав эпифитных лишайников является надёжным индикатором, отражающим природную эколого-геохимическую и техногенную специфику исследуемых территорий, в т.ч. фоновых районов, территории влияния Томск-Северской агломерации.
3. Типоморфными химическими элементами эпифитных лишайников районов нефтегазодобывающего комплекса Томской области являются: V, Cr, Ba, Pb, Zn, As, Br, Rb, Sb, Au и этот перечень рекомендуется для использования при эколого-геохимических исследованиях в этих районах.

Личный вклад автора состоит в организации работ по отбору проб, пробоподготовке, анализе полученного геохимического материала, формулировке защищаемых положений

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, профессору, д.г.-м.н. Леониду Петровичу Рихванову за ценные советы, внимание и помощь при выполнении работы. Искреннюю благодарность автор приносит д.б.н. Н.В. Барановской, к. г.-м. н. И.С. Соболеву, к.х.н. Н.А. Осиповой, к. г.-м. н. А.М. Межибор, к. г. н. Н.П. Соболевой за внимание и методическую помощь на многих этапах подготовки работы. Автор благодарит руководителей лабораторий и исполнителей работ в г. Томске: Н.К. Смирнову, А.Ф. Судыко, Л.В. Богутскую, Н.В. Федюнину, Ю.В. Аношкину, Е.И. Никитину, Т.В. Трофимову. Автор сердечно благодарен к.х.н. Т.Б. Никешиной, сотруднику исследовательской лаборатории Федерального центра защиты здоровья животных, г. Владимир за организацию исследований проб методом ИСП-МС, а также аналитику, к.х.н. И.В. Подкозлину за выполнение анализов. Автор приносит искреннюю благодарность руководству ОАО «ТомскНИПИнефть» за предоставленную возможность, работая в его структуре, выполнять научно-исследовательскую работу по данной теме. Особую признательность автор выражает всем коллегам – сотрудникам департамента экологии ОАО «ТомскНИПИнефть», особенно И.В.

Энгель, В.А. Кондыкову, А.А. Искрижицкому, А.В. Чемерису, к.б.н. Ю.А. Носкову, Д.В. Гвоздыреву, С.В. Афанасьеву за поддержку, ценные советы и помощь в пробоотборе. Также автор выражает благодарность к.б.н. В.В. Коневой за помощь при определении видов лишайников.

Особую благодарность автор выражает своим родным и близким за постоянную поддержку и понимание.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна полученных результатов, защищаемые положения, практическая значимость работы.

В первой главе даётся краткий обзор нормативной основы использования экологического мониторинга, и в частности, снеговой съёмки и биомониторинга с использованием лишайников; освещаются вопросы поступления химических элементов в природную среду, процессы их выпадения. Приводится литературный обзор материалов о результатах мониторинга снегового покрова, в т.ч. твёрдофазных выпадений и снеготалой воды.

Во второй главе приводится характеристика лишайников, особенности их строения и свойства, позволяющие использовать таковые в биологическом мониторинге; рассматривается применение их в различных аспектах мониторинга, как в России, в т.ч. на территории Урало-Сибирского региона, так и за рубежом. В главе приводятся сведения о преимуществе ведения биомониторинга с использованием эпифитных лишайников для наблюдения за состоянием атмосферы.

В третьей главе приведены краткие сведения о климате севера и северо-запада Томской области, об основных типах почв и ландшафтов. Также в главе приводится краткая техногенная нагрузка Томской области в целом; описываются участки в различной степени антропогенной нагрузки на нефтяных месторождениях, перечисляются основные источники загрязнения атмосферы на них и поступающие загрязняющие вещества.

В четвёртой главе дается описание методик и методов, с помощью которых проводились исследования: отбор и подготовка проб к анализам, определение химического состава снеготалой воды (методом ИСП-МС) и лишайников-эпифитов (методом ИНАА и ИСП-МС). Особое внимание уделено выбору фоновых участков для проведения исследования и сопоставления полученных результатов. Фоновые участки опробованы как на территории месторождений, так и в удалённых районах (региональный фон Томской области). Здесь же рассмотрены фоновые участки Кемеровской, Иркутской областей, р. Бурятия и Австрии. В этой же главе при описании выбора видов лишайников для исследования химического состава приводится полученная нами характеристика химического состава разных видов лишайников: *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia physodes* и *Lobaria pulmonaria*. Участки отбора проб снегового покрова и лишайников-эпифитов на территории Томской области представлены на рисунке 1.

В пятой главе дана характеристика ионного состава и органических веществ снеготалой воды месторождений трёх нефтегазодобывающих районов Томской области: Александровского, Кургасовского, Парабельского. Приводится геохимическая характеристика снеготалой воды по 64 химическим элементам в сравнении с литературными данными. Делаются выводы о связи химического состава

снеготалой воды с составом нефти и с техногенными процессами на нефтедобывающем производстве.

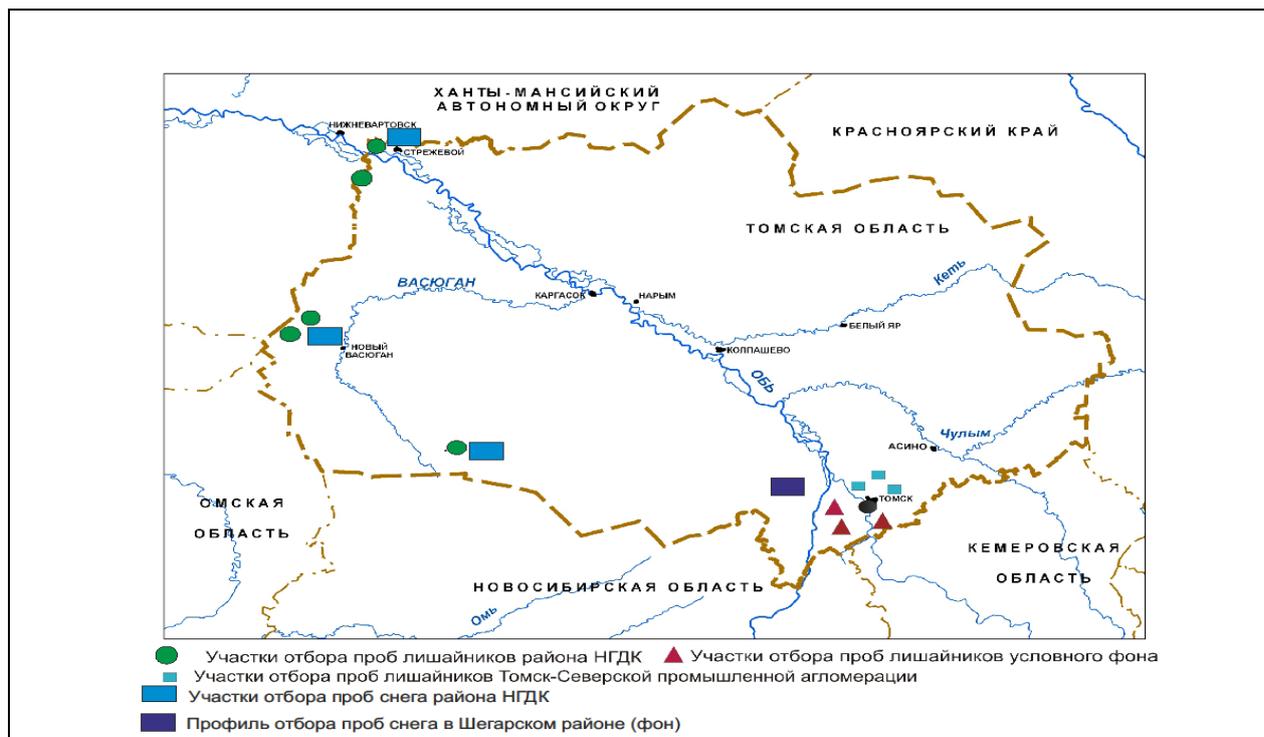


Рис. 1. Схема расположения объектов исследования.

В шестой главе обоснован выбор фоновых концентраций химических элементов в лишайниках, показана чёткая зависимость состава лишайников от природно-геохимических особенностей территории произрастания. В этой же главе приводится специфика геохимического спектра изученного лишайника, отобранного в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны.

В седьмой главе описаны геохимические особенности лишайников территории влияния нефтедобывающего комплекса Томской области. Химический состав лишайников приводится в сравнении с опубликованными данными других исследователей. Также приводится сравнение химического состава лишайников обобранных в различных частях месторождений, на разных месторождениях и в целом, по трём административным районам. Делаются выводы о типоморфных химических элементах, накапливающихся лишайниками в районах нефтяных месторождений.

В заключении приведены основные выводы исследований.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПОЛОЖЕНИЕ 1. Снеготалая вода в районах нефтедобывающего комплекса Томской области характеризуется слабокислой реакцией среды, повышенными относительно фона содержаниями нитратов, фенолов и нефтепродуктов, а также повышенными концентрациями Sb, Cr, Pb, Zn, As.

Многочисленные месторождения, различные по площади и характеру техногенной нагрузки, являются источниками поступления в атмосферный воздух различных загрязняющих веществ – углеводородов, окислов азота и серы, тяжелых металлов и других загрязнителей (Московченко, 1995, 1998, 2012; Рапута и др., 2000 а, б; Полищук, Токарева, 2000; Дорожкуова, 2002, 2004; Язиков и др., 2013 и др.).

Нами проведено обобщение за период 2013-2014 годы исследований химического состава и химических свойств снеготалых вод по данным, которые получены при выполнении программ экологического мониторинга на месторождениях нефти и газа Томской области, выполняемых ежегодно ОАО «ТомскНИПИнефть». Также для выявления полной картины геохимических особенностей снеготалых вод изученного района проведены анализы таковых современным высокочувствительным методом ИСП-МС на определение концентраций 64 химических элементов.

Результаты определений химических показателей в снеготалой воде месторождений нефтедобывающих районов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химические показатели для проб снеготалой воды месторождений углеводородов Александровского, Каргасокского и Парабельского районов Томской области (ТО)

Показатель	Ед. измер.	ПДК р.х.	Александровский р-н			Каргасокский р-н			Парабельский р-н			Среднее по месторождениям ТО
			Ср.	Мин.	Макс.	Ср.	Мин.	Макс.	Ср.	Мин.	Макс.	
Водородный показатель	ед. рН	6,5-8,5	3,8	3,2	4,7	4,2	3,5	5,8	4	3,3	5	4,2
Ионы аммония	мг/дм ³	0,5	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	-
Бенз(а)пирен	мкг/дм ³	0,005	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0,002	0,002	0,004	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0,002*
Хлорид-ион	мг/дм ³		0,18	0,1	0,43	0,74	0,14	2,56	0,6	0,14	1,91	1,7
Нитрат-ион	мг/дм ³		1,66	1	2,04	1,68	1,1	1,77	1,87	1,54	2,38	1,65
Сульфат-ион	мг/дм ³	100	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	-
Фенол	мг/дм ³	0,001	0,0002	0,0001	0,0008	0,0003	0,00005	0,00075	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,088	0,04	0,18	0,104	0,04	0,25	0,18	0,07	0,32	0,14
Железо общее	мг/дм ³		0,05	0,05	0,06	0,06	0,03	0,086	0,06	0,05	0,09	0,06

*Среднее по Каргасокскому району; н.п.о. – ниже предела обнаружения

Повсеместно, наиболее часто на месторождениях наблюдаются слабокислые снеготалые воды. С севера на юг по дуге в соответствии с расположением территорий опробования (рис. 1), в пределах рассматриваемой территории происходит некоторое увеличение показателя рН, т.е. уменьшение кислотности снеговых осадков. Это подтверждают данные П.Ф. Свистова, о том, что пространственное распределение рН носит зональный характер; так, кислотность осадков уменьшается с севера на юг и с запада на восток, следует примерно за расположением природных зон (Свистов, 2011). Формирование слабокислых, кислых вод происходит как вблизи факельных хозяйств, технологических установок предварительного сброса воды (УПСВ), так и на участках, менее подверженных влиянию источников загрязнения (фоновые пункты отбора проб на месторождениях). Содержания хлоридов, аналогично водородному показателю, не имеют четко дифференцируемой типологической и пространственной приуроченности, т.е. максимальные значения зачастую обнаруживаются на условно фоновых пунктах ведения мониторинга на расстоянии более 2 км от источника эмиссий.

Здесь также можно проследить некоторую зональность: среднее значение хлоридов уменьшается с юга на север (рис. 2). Установленная нами тенденция в изменении концентрации Cl^- коррелирует с данными Д.В. Московченко: для месторождений ХМАО также наблюдается увеличение рассматриваемого показателя в южном направлении (Московченко и Бабушкин, 2012).

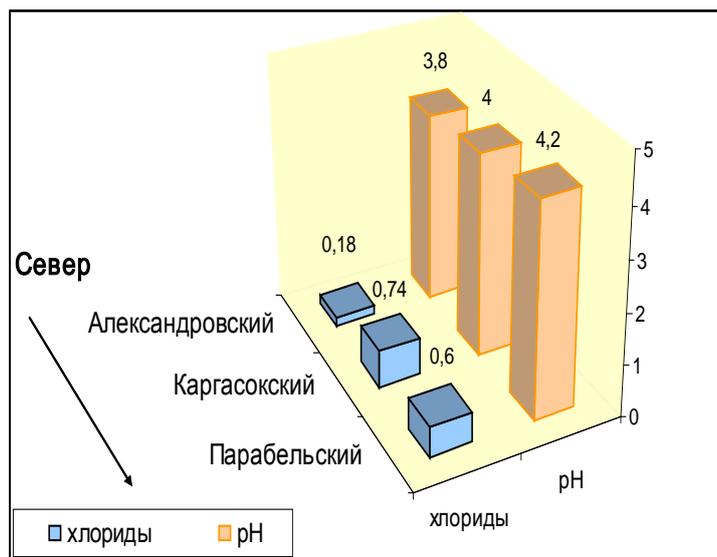


Рис. 2. Изменение pH и концентрации Cl^- в снеготалой воде нефтедобывающих районов Томской области

Образование нитратов на территориях месторождений происходит в результате сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках при взаимодействии образующихся оксидов с осадками (Рапута и др., 2000б). По содержаниям нитратов также прослеживается зональность – увеличение содержания с севера на юг.

Наблюдаемая нами зональность коррелирует с данными Котовой Е.И. с соавторами, которые отмечают в европейской части Арктики увеличение концентрации нитратов от 0,09 мг/л до 1,75 мг/л также с севера на юг (Котова и др., 2012).

Специфичными загрязнителями нефтегазодобывающего, нефтеперерабатывающего производства являются нефть и нефтепродукты. Поступление в природную среду происходит как в результате разливов нефти, негерметичности оборудования, так и при сжигании газа на факелах, при подогреве нефти в печах, выбросов от дизельных станций и других процессах. Максимальные значения обнаруживаются на участках отбора проб, непосредственно приближенных к подъездным дорогам, так как существенную роль в загрязнении играет автотранспорт.

Бенз(а)пирен является обязательным для определения его содержания в программе экологического мониторинга природной среды на лицензионных участках. Преимущественно, концентрации этого вещества на месторождениях Томской области ниже предела обнаружения, за исключением нескольких пунктов отбора проб Каргасокского района, 2 из которых являются фоновыми участками.

На основании существующих методик (Методические рекомендации..., 1990), максимальная концентрация бенз(а)пирена в снежном покрове месторождений Каргасокского района, определённая в диапазоне 0,002-0,004 мкг/дм³, соответствует его содержанию в воздухе не более 0,00012 мг/дм³, что не превышает ПДК в воздухе населённых мест (ПДК=0,001 мг/м³) и существенно ниже фоновых значений в воздухе промышленного города (Дорожукова, 2002).

Обобщая результаты анализа ионного состава и содержания органических веществ в снеготалых водах месторождений Томской области, можно сказать о том, что максимальные содержания (в случае pH - минимальные), не имеют однозначной приуроченности и выявляются на месторождениях, различных по площади, сроку эксплуатации, интенсивности антропогенной нагрузки. Зачастую, наибольшее коли-

чество превышений нормативов, и по уровню превышения ПДКр.х., и по количеству показателей, наблюдается на фоновых, менее затронутых антропогенной деятельностью, территориях, что может говорить о преобладающем воздействии процессов регионального и глобального атмосферного переноса над локальным техногенным влиянием на загрязнение атмосферного воздуха и, как следствие, снегового покрова территории нефтедобывающего комплекса.

Высокое значение для индикации воздействия нефтедобывающего производства имеет микроэлементный состав снеготалых вод. Согласно положениям нормативных документов (Постановление Правительства ХМАО - Югры от 23.12.2011 № 485-п), обязательными для определения концентрации в снеговом покрове являются никель, хром, свинец, цинк, железо общее, марганец. Большинство предприятий и исследователей ограничивается данным узким перечнем химических элементов, определяемых в талой воде снега нефтегазодобывающих производств (Дорожукова, 2002, 2004; Московчено, 2012; Грива, 2006; Иванов, 2010; Кузнецова, 2012 и др.).

Повышенные концентрации элементов в природных средах нефтяных месторождений могут быть связаны как с естественными факторами, так и с технологическими процессами, сопровождающимися выделением загрязняющих веществ из нефти и нефтепродуктов.

Информация о содержании химических элементов в талой воде снега месторождений Томской области (2010-2011 гг.), а также в нефтегазодобывающих районах ХМАО, ЯНАО, арктическом секторе Аляски приведены в таблице 2.

Таблица 2

Среднее содержание некоторых химических элементов в снеготалой воде нефтегазодобывающих территорий

Элемент, мкг/л	Районы опробования снегового покрова			
	Месторождения Томской области, наши данные (2010-2011гг), 18 проб	Бованенковское месторождение, Ямал (Грива, 2006)	Месторождения ХМАО (Московченко, 2012)	Аляска, район влияния нефтяных месторождений (Snyder-Conn, 1997)
Na	291	-	-	2400
Mg	36	-	-	520
Al	41,7	-	-	62
Ca	783,3	-	-	7700
Ti	1,25	-	-	-
V	0,055	-	-	0,16
Cr	0,51	2	7	0,09
Mn	4,95	6	10,4	14
Fe	86,6	50	110	76
Co	0,27	-	-	-
Ni	0,23	0,2	4,7	0,27
Cu	0,94	-	4,7	0,19
Zn	7,46	49	37	0,94
As	0,5	-	-	0,084
Sr	1,86	-	-	12,9
Mo	0,064	-	-	0,034
Cd	0,04	-	-	0,012
Sb	1,7	-	-	0,015
Ba	2,63	-	-	74

Элемент, мкг/л	Районы опробования снегового покрова			
	Месторождения Томской области, наши данные (2010-2011гг), 18 проб	Бованенковское месторождение, Ямал (Грива, 2006)	Месторождения ХМАО (Московченко, 2012)	Аляска, район влияния нефтяных месторождений (Snyder-Conn, 1997)
Hg	н.п.о.	0,05	0,036	0,083
Pb	1,62	23	-	0,109
U	0,004	-	-	0,029

Примечание: «-» нет данных

При рассмотрении уровней концентрации элементов, полученных в результате мониторинга снегового покрова нефтедобывающих районов Томской области с результатами мониторинга регионов с аналогичной спецификой производства, установлено, что содержания химических элементов снеготалой воды нефтепромыслов Томской области оказываются ниже, либо не превышают таковые в снеге сравнимых территорий. Тем не менее, несмотря на незначительные концентрации изученных элементов, по фоновым содержаниям химических элементов можно заключить, что снеготалая вода в НГДК Томской области характеризуется повышенными концентрациями **Sb, Cr, Pb, Zn, Ba, As**, что согласуется с выводами (Московченко, 2010) о том, что нефтедобывающее производство проявляется в увеличении содержания цинка, а также информацией, подтверждающей что алюминий, барий и хром являются индикаторными элементами процессов бурения (Snyder-Conn E. at all, 1997). Повышенные значения цинка и свинца в снеготалой воде обычно наблюдаются при пониженном значении pH (Моисеенко, 2003).

ПОЛОЖЕНИЕ 2. Микроэлементный состав эпифитных лишайников является надёжным индикатором, отражающим природную эколого-геохимическую и техногенную специфику исследуемых территорий, в т.ч. фоновых районов, территории влияния Томск-Северской агломерации.

Для сравнения данных, полученных в ходе исследований техногенно-загрязнённых территорий, необходимо располагать фоновыми концентрациями определяемых химических элементов в лишайниках. Определение фоновых концентраций – сложная задача в связи с гетерогенностью субстратов, влиянием на накопление природных источников, ограничений, связанных с пределами аналитических измерений (Бязров, 2002 и др.).

В работе оценено влияние эколого-геохимических факторов на уровни накопления химических элементов в эпифитных лишайниках, отобранных в практически незатронутых техногенной деятельностью участках. Нами установлены усреднённые фоновые концентрации химических элементов в эпифитных лишайниках, которые можно использовать для сравнительного анализа. Все территории характеризовались значительной удалённостью на многие десятки и сотни километров от крупных промышленных центров.

Полученные в результате анализа методом ИНАА данные о химическом составе лишайников различных регионов представлены на рисунке 3.

Круговые диаграммы свидетельствуют о достаточно близких уровнях накопления, укладываемых в доверительный интервал определений таких 16 элементов, как La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Th, Sc, Fe, Co, Ca, Na, Rb, Cs, а также группы из 12

элементов: Cr, Zn, As, Br, Sr, Ag, Sb, Ba, Nd, Ta, Au, U, для которых наблюдаются более значимые различия в оценке их средних для каждого типа фоновых участков.

Первая группа элементов, по-видимому, обусловлена общим глобальным фактором накопления элементов в атмосфере, например, общий пылевой перенос минерального вещества почв и земной коры наноразмерного уровня (Th, Hf, Sc и значительная часть редких земель) и др. Вторая группа элементов, на наш взгляд, отражает как природные ландшафтно-геохимические и геологические особенности расположения оцениваемых фоновых участков, так и специфику региональных потоков. К последнему можно отнести накопление ряда химических элементов в лишайниках

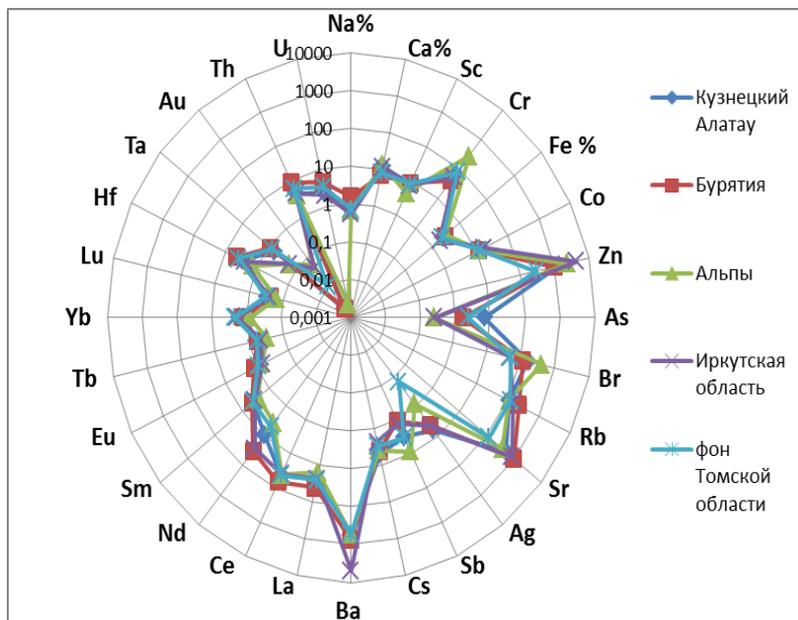


Рис. 3. Содержания элементов в лишайниках различных условно фоновых районов, мг/кг в золе. Шкала логарифмическая.

Австрийских Альп, который характеризуется минимальными содержаниями большинства изученных компонентов. Исключение составляют **хром, бром, некоторое повышенное значение сурьмы и золота.** Повышенные содержания хрома и брома, приближающиеся к таковым для районов нефтегазодобычи на севере Томской области (Большунова и др., 2014), возможно отражают влияние нефтеперерабатывающих, а хром – металлообрабатывающих производств предприятий Австрии, Германии, Швейцарии.

Наиболее ярким примером влияния ландшафтно-

геохимического и литогенного факторов на особенности химического состава лишайника, является территория Баргузино-Чевыркуйского перешейка (БЧП) озера Байкал (Бурятия), расположенного в пределах развития Ангаро-Витимского гранитоидного батолита, имеющего ярко-выраженную радиогеохимическую специфику по Th и U и проявлением активных современных геологических и рудообразующих процессов (Мясников и др., 2008; Рихванов и др., 2013). По данным А.А. Мясникова с соавторами (Мясников и др., 2008) в коренных породах (гранитах), илах, поверхностных водах определяются высокие концентрации Sr, Th, U, Ba, TR. Эти данные хорошо коррелируют с результатами исследования элементного состава лишайников, в золе которых наблюдается повышенное (в сравнении с др. изучаемыми районами) содержание **урана** до 6,3 г/т в золе. Это демонстрирует тесную связь между элементами, содержащимися в коренных породах (гранит), в донных отложениях, в воде источника с таковыми в лишайниках, произрастающих на БЧП.

Сравнение между собой элементного состава эпифитных лишайников, отобранных в различных регионах с низкой степенью антропогенной нагрузки, свидетельствует о преобладании природного геохимического фактора. Нами показано, что в качестве фоновых для юга Западной Сибири можно сделать показатели лишайников из Томского района (рис. 4).

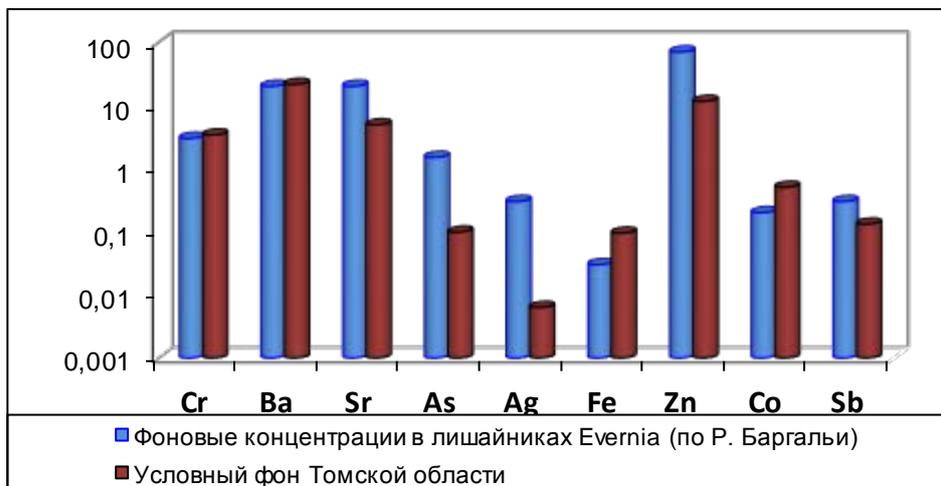


Рис. 4. Средние концентрации элементов в лишайниках Томского района (в пересчёте на сухое в-во) и фоновых территорий (по Баргальи, 2005), в мг/кг. Шкала логарифмическая.

Изучение пространственного распределения ряда изученных элементов, поступающих в избыточных количествах в Томск-Северской промышленной зоне (рис. 5), свидетельствует о том, что их источник расположен, по-видимому, на территории размещения ядерно-топливного комплекса.

Установленные повышенные концентрации большинства элементов, в т.ч. лантаноидов, актиноидов, Sr, Sb, наблюдаются в север-северо-восточном направлении от городов Томск и Северск, что согласуется с главенствующей «розой ветров» в данном районе.

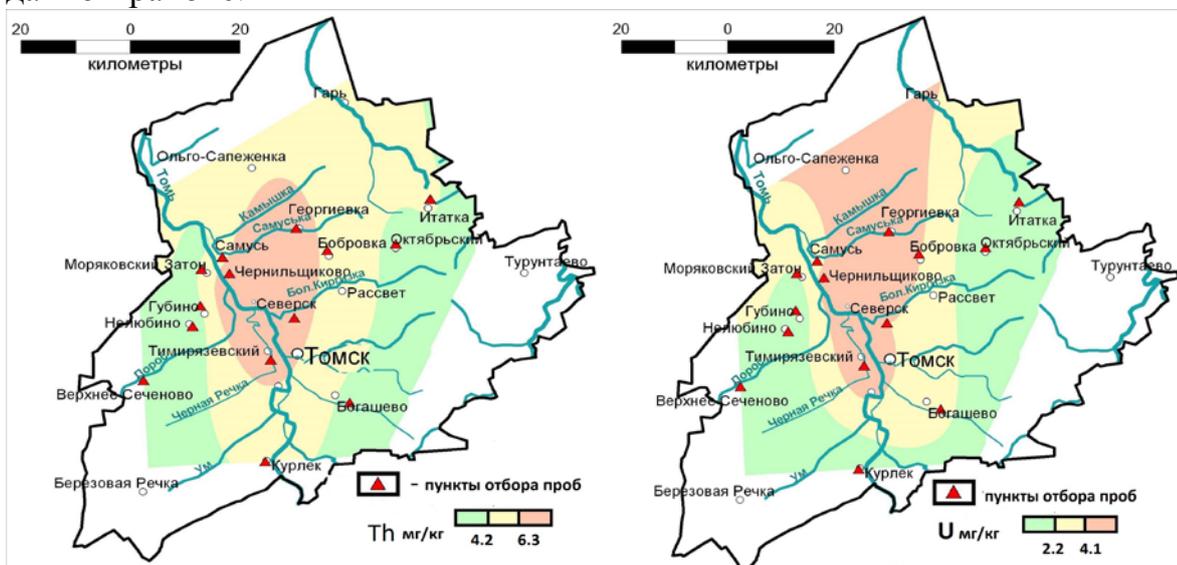


Рис. 5. Схематические карты распределения тория, урана, $(La+Ce)/(Yb+Lu)$ и La/Yb в золе лишайников Томского района.

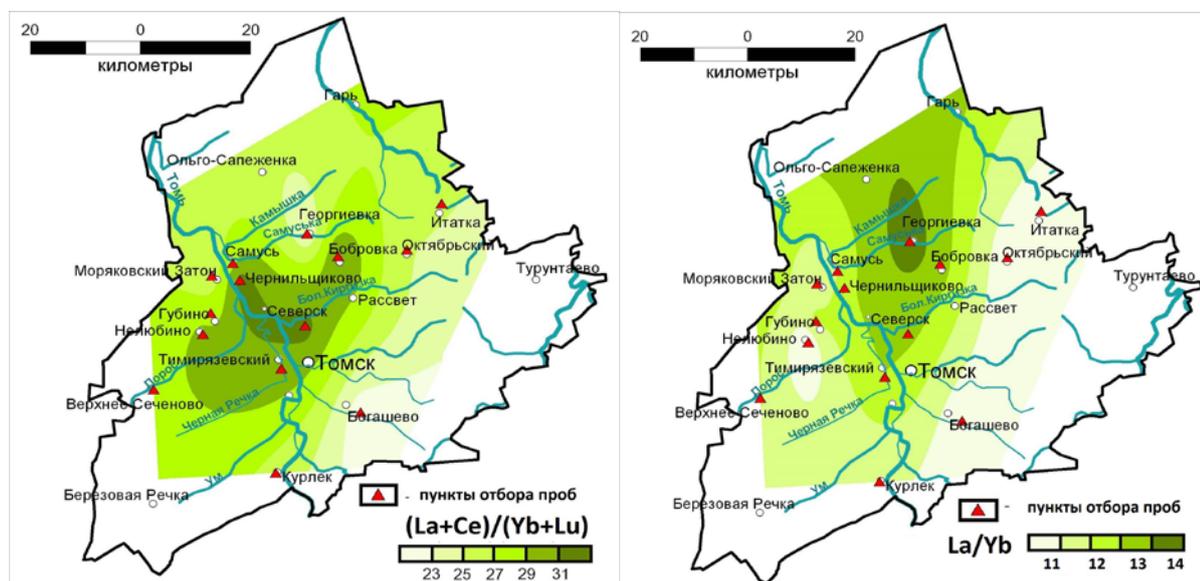


Рис. 5. (продолжение)

Анализ корреляционных матриц геохимического спектра золы лишайников Томской области в целом показывает, что на общем фоне множественных корреляционных связей просматриваются следующие значимые ассоциации химических элементов: Rb-As, Eu-Sc-Tb, Fe-Th, Sb-U, La-Yb-Lu, Ce-Sm. Источником поступления первой группы элементов, вероятно, является НГДК Томской области, остальных групп – предприятия Томск-Северской промышленной агломерации, в том числе Сибирский химический комбинат.

ПОЛОЖЕНИЕ 3. Типоморфными химическими элементами эпифитных лишайников районов нефтегазодобывающего комплекса Томской области являются: V, Cr, Ba, Pb, Zn, As, Br, Rb, Sb, Au и этот перечень рекомендуется для использования при эколого-геохимических исследованиях в этих районах.

Лишайники используются в качестве биомониторов и биоиндикаторов для оценки влияния на природную среду различных типов производств, в том числе нефтехимических (Pakarinen et al, 1983 и др.), нефтеперерабатывающих (Addison and Puckett, 1980; Nriagu and Pasyna, 1988, Garty, 2001 и др.) нефтегазодобывающих (Грива, 2006; Walker et al, 2006; Московченко, 2010, 2011 и др.).

Данные по средним содержаниям химических элементов на территории Западной Сибири немногочисленны и ограничиваются несколькими металлами. Для сравнения полученных нами результатов были использованы опубликованные материалы по содержаниям следовых элементов в лишайниках территории Западной Сибири (Московченко и Валеева, 2011), Германии (Aubert et al., 2006), Италии (Minganti et al., 2014), фоновые концентрации элементов в лишайниках с небольшой степенью воздействия атмосферных поллютантов и почвы (Баргальи, 2005) (табл. 3). В качестве регионального фона использованы полученные нами ранее данные по уровням содержания химических элементов в лишайниках Томского района Томской области (Большунова и др., 2014).

Таблица 3

Содержания химических элементов (мг/кг, в пересчёте на сухое вещество) в эпифитных лишайниках Томской области в сравнении с литературными данными

Хим. элементы, мг/кг	Нефтедобывающие районы Томская обл., наши данные, среднее±σ (49 проб)	Фон Томской области (13 проб) (Большунова и др., 2014)	Север Зап. Сибири, участки бурения (Московченко и Валеева, 2011)	Фоновые концентрации в лишайниках вида <i>Evernia</i> , (Баргальи, 2005)	Шварцвальд, Германия (Aubert et al., 2006) (1) / Лигурия, Италия (2007г.) (Minganti et al., 2014) (2)
Li*	0,537±0,33	–	–	–	–
Be*	0,038±0,019	–	–	–	–
Na, %	0,032±0,01	0,024±0,009	–	–	–
Mg*	607±142	–	–	–	–
Al*	1079±583	–	–	120-250	–
Si*	1121±328	–	–	–	–
P*	1951±376	–	–	–	–
K*	2878±637	–	–	–	–
Ca, %	0,21±0,09	0,36±0,14	–	–	–
Ti*	50,84±31,2	–	–	5-20	–
V*	2,31±1,15	–	–	<1-2	–
Sc*	0,38±0,12	0,22±0,04	–	–	–
Cr	5,5±1,5	1,72±0,3	4,6	<1-3	–
Mn*	296±141	–	2707	20-60	–
Fe, %	0,087±0,03	0,061±0,012	0,101	0,015-0,030	–
Co	0,52±0,12	0,29±0,05	0,9	<0,1-0,2	–
Ni*	1,96±0,58	–	3	<1-2	–
Cu*	4,92±2,47	–	6	4-10	–
Zn	47,8±13,7	–	80	20-70	–
As	0,19±0,07	0,07***	–	0,3-1,5	–
Se*	0,32±0,2	–	–	0,1-0,5	–
Br	5,5±1,9	0,60±0,2	–	–	–
Rb	8,2±1,7	2,93±0,7	–	–	–
Sr	15,1±4,7	1,8***	–	5-20	–
Y*	0,64±0,41	–	–	–	0,128(2)
Zr*	1,17±0,74	–	–	–	–
Nb*	0,069±0,039	–	–	–	–
Mo*	0,17±0,04	–	–	<0,1-0,5	–
Ag	0,01±0,001	0,018***	–	<0,1-0,3	–
Cd	0,39±0,009	–	<0,1-0,97	<0,1-0,2	–
Sb	0,12±0,04	0,063±0,02	–	<0,1-0,3	–
Cs	0,17±0,05	0,08±0,02	–	–	–
Ba	26,3±6,2	18±5	–	8-20	–
La	1,23±0,23	0,79±0,15	–	–	1,96(1)/0,16(2)
Ce	2,01±0,55	1,30±0,1	–	–	4,46(1)/3,2(2)
Pr*	0,24±0,17	–	–	–	–
Nd*	0,92±0,63	–	–	–	–
Sm	0,19±0,05	0,10±0,03	–	–	0,43
Eu	0,045±0,011	0,026±0,007	–	–	0,09
Gd*	0,18±0,12	–	–	–	Н.п.о.(2)
Tb	0,025±0,009	0,017±0,002	–	–	0,05
Dy*	0,1271±0,086	–	–	–	–
Ho*	0,0238±0,015	–	–	–	–
Er*	0,0624±0,0411	–	–	–	–
Tm*	0,0092±0,0056	–	–	–	–
Yb	0,073±0,025	0,065±0,01	–	–	0,18
Lu	0,016±0,009	0,009±0,003	–	–	0,03
Hf	0,17±0,09	0,10±0,02	–	–	–
Ta	0,031±0,009	0,024±0,007	–	–	–

W*	0,0367±0,034	–	–	–	–
Hg*	0,1812±0,037	–	–	<0,1-0,2	–
Tl*	0,0209±0,0082	–	–	–	–
Pb*	9,75±2,11	–	17,7	1-5	–
Bi*	0,0681±0,015	–	–	–	–
Au	0,001±0,0001	0,0002***	–	–	–
Th	0,25±0,11	0,14±0,03	–	–	–
U	0,15±0,06	0,06±0,02	–	–	–
Ad, %	3,68	4,1	–	–	–
La/Yb	16,8	12,1	–	–	10,8
Th/U	1,6	2,4	–	–	–
V/Ni**	1,18	–	–	–	–

Примечание: σ – стандартное отклонение; Ad – зольность; ***ниже предела обнаружения, (значение в таблице – половина предела обнаружения); ** в снеготалой воде районов НГДК (наши данные) соотношение V/Ni равно 0,95; для нефтей Советского месторождения (по И.В. Гончарову) 1,5-1,72; * концентрации химических элементов определены методом ИСП-МС, остальные методом ИНАА.

При оценке данных методом факторного анализа (рис. 6) выделяются 2 основных фактора, первый из которых, более значимый, определяет накопление лишайниками элементов, поступающих в атмосферу в результате технологических процессов. Здесь выделяются ассоциации; **золота и брома**, содержащиеся в подпластовых водах месторождений в высоких количествах (Большунова и др., 2014) и поступающие в атмосферный воздух в результате добычи и подготовки нефти, ассоциация **цинка и бария**, которые являются маркерными элементами эксплуатации транспорта и поступают в природную среду при сжигании топлива (Баргальи, 2005); **мышьяк и рубидий**, вероятно поступающие в атмосферу при сжигании нефти и газа. Менее значимый второй фактор, вероятно, определяет поступление в лишайники в результате привноса почвенной пыли литофильных элементов, образующих тесную ассоциацию.

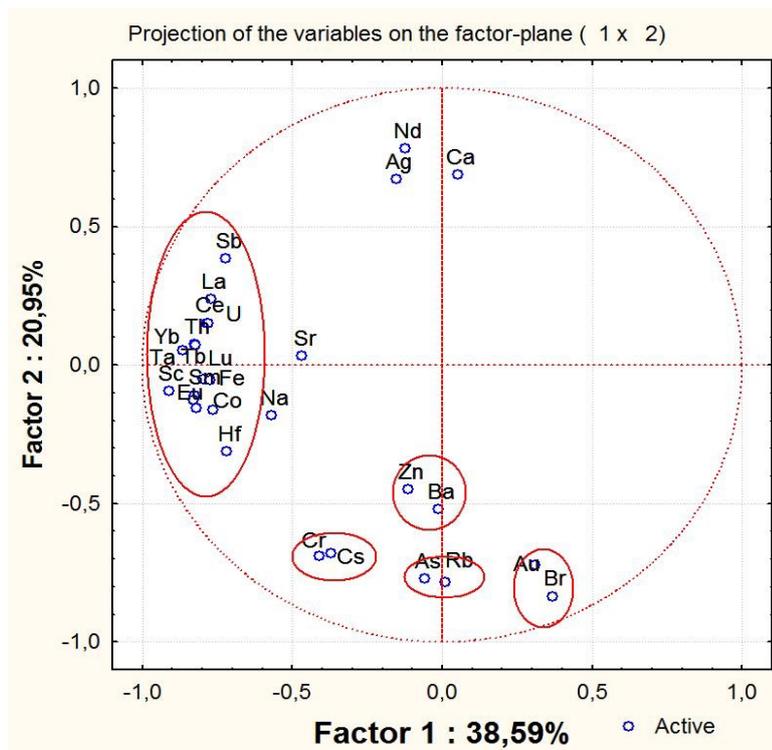


Рис. 6. Диаграмма факторного анализа и таблица процентного соотношения факторов.

Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
10,80583	38,59224	10,80583	38,5922
5,86559	20,94853	16,67142	59,5408
1,87545	6,69804	18,54687	66,2388
1,55553	5,55545	20,10239	71,7943
1,09452	3,90901	21,19692	75,7033
0,94389	3,37105	22,14081	79,0743
0,92430	3,30109	23,06511	82,3754
0,85711	3,06110	23,92222	85,4365
0,62639	2,23710	24,54861	87,6736
0,57510	2,05392	25,12371	89,7275
0,45782	1,63507	25,58153	91,3626
0,41181	1,47075	25,99334	92,8334
0,37243	1,33010	26,36577	94,1635
0,28334	1,01192	26,64910	95,1754
0,23541	0,84074	26,88451	96,0161
0,20687	0,73884	27,09139	96,7549
0,15063	0,53798	27,24202	97,2929
0,13399	0,47854	27,37601	97,7715
0,13120	0,46857	27,50721	98,2400
0,09857	0,35205	27,60578	98,5921
0,08903	0,31797	27,69482	98,9101
0,08481	0,30289	27,77962	99,2129
0,06976	0,24915	27,84939	99,4621
0,05360	0,19144	27,90299	99,6535
0,03579	0,12783	27,93878	99,7814
0,02565	0,09162	27,96444	99,8730
0,02272	0,08115	27,98716	99,9541
0,01284	0,04586	28,00000	100,0000

нефтепродукты являются приоритетными загрязняющими веществами нефтедобывающего комплекса и данные мониторинга снегового покрова месторождений Томской области хорошо это подтверждают.

В отношении показателя pH, хлоридов и нитратов прослеживается географическая зональность: среднее значение увеличивается с севера на юг, что вероятно объясняется влиянием промышленных предприятий Омской, Новосибирской области и Казахстана и связано с преобладающим направлением ветров (южное и юго-западное).

Выделяется группа следовых элементов, характеризующихся повышенными значениями и в снеготалой воде, и в лишайниках: **Cr, Ba, Pb, Zn, As, Sb**, что подтверждает их индикаторное значение для нефтедобывающего производства.

Нами установлено, что в качестве регионального фона хорошо подходит участок Томского района Томской области, который характеризуется незначительным влиянием промышленных предприятий и отсутствием каких-либо выявленных геохимических аномалий коренных пород и почвы.

По результатам нашего исследования можно говорить о достаточно близких уровнях накопления лишайниками, укладываемых в доверительный интервал определенных таких 16 элементов, как La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Th, Sc, Fe, Co, Ca, Na, Rb, Cs, а также группы из 12 элементов: Cr, Zn, As, Br, Sr, Ag, Sb, Ba, Nd, Ta, Au, U, для которых наблюдаются более значимые различия в оценке их средних для каждого типа фоновых участков. Можно высказать предположение, что первая группа элементов, по-видимому, обусловлена общим глобальным фактором накопления элементов в атмосфере, например, общий пылевой перенос минерального вещества почв и земной коры наноразмерного уровня (Th, Hf, Sc и значительная часть редких земель) и др. Вторая группа элементов, по-видимому, отражает как природные ландшафтно-геохимические и геологические особенности расположения оцениваемых фоновых участков, так и специфику региональных потоков.

Специфика геохимического спектра изученного лишайника, отобранного в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны, которую формируют предприятия ЯТЦ, нефтехимического комбината, ТЭЦ, определяется концентрированием Sr, Sb, лантаноидов, актиноидов (Th, U). Изучение пространственного распределения этих элементов в Томск-Северской промышленной зоне, свидетельствует о том, что источниками поступления, главным образом, являются производственные объекты Сибирского химического комбината.

В сравнении с другими регионами, в том числе фоновыми районами, один из которых нами принят за региональный фон Томской области, в лишайниках НГДК отмечены более высокие концентрации **V, Cr, Ba, Pb, Zn, As, Br, Rb, Sb, Au**.

Наблюдается крайне незначительная разница в содержаниях химических элементов в лишайниках-эпифитах (в 1,2–2 раза) в контрольных пунктах – зонах максимального влияния источников эмиссий в сравнении с «условным фоном» на месторождениях. Это может говорить о незначительном влиянии источников загрязнения атмосферы на месторождениях вследствие хорошего рассеивания загрязняющих веществ.

Можно с уверенностью судить о хороших биомониторных свойствах эпифитных лишайников и рекомендовать их в качестве основного объекта исследований при оценке как техногенной трансформации природных сред, так и степени влияния природных геохимических особенностей.

В районах влияния НГДК, при ведении мониторинга атмосферного воздуха, в дополнение к методу прямых измерений загрязняющих веществ от источников выбросов и анализа количественного содержания узкого перечня элементов и определения химических показателей в снеготалой воде, рекомендуется установление содержания индикаторных химических элементов в снеготалой воде в комплексе с оценкой содержания элементов, накапливаемых лишайниками – эпифитами.

Список опубликованных работ по теме диссертации.

Статьи в научных журналах, включенных в Перечень ВАК РФ

1. **Большунова, Т.С.** Элементный состав лишайников как индикатор загрязнения атмосферы / Т.С. Большунова, Л. П. Рихванов, Н. В. Барановская // Экология и промышленность России. – 2014. – № 11. – С. 26–31.
2. Межибор, А. М. Биогеохимическая характеристика сфагновых мхов и эпифитных лишайников в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области / А. М. Межибор, **Т.С. Большунова** // Известия Томского политехнического университета. Ресурсы планеты. – 2014. – Т.325. – № 1. – С. 205–215.
3. **Большунова, Т.С.** Распределение некоторых химических элементов в снеготалой воде из районов нефтедобывающего комплекса Томской области / Т.С. Большунова // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 147–151.
4. **Большунова, Т.С.** К вопросу о выборе фоновых концентраций химических элементов в лишайниках-эпифитах / Т.С. Большунова, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2015. – Т. 326. – № 9. – *в печати*

Публикации в других научных изданиях:

1. **Bolshunova, T.S.** Epiphytic lichens as indicators of air pollution in Tomsk Oblast (Russia) / T.S. Bolshunova, L.P. Rikhvanov, A.M. Mezhibor // IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences. – 2014. – V. 21 – P. 012043.
2. **Большунова, Т.С.** Микроэлементный состав лишайников территории нефтегазодобывающего комплекса Томской области как индикатор загрязнения атмосферы / Т.С. Большунова // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. – 2012. – №3. – С. 51-55.
3. **Большунова, Т.С.** Сравнительный анализ результатов исследования талой воды снега из районов нефтедобывающего комплекса Томской области и ледника горного Алтая / Т.С. Большунова // Ашировские чтения. Сб. трудов Международной научно-практической конференции (г. Туапсе, 6-9 октября 2010 г.). – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – С. 234-235.
4. **Большунова, Т.С.** Оценка загрязнения атмосферного воздуха в районах нефтедобывающего комплекса по данным изучения снегового покрова и лишайников / Т.С. Большунова, Т.В. Завалишина // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIV международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, Том 2; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – С. 314-315.
5. Межибор, А.М., **Большунова, Т.С.** Загрязнение атмосферного воздуха в районах влияния нефтедобывающего комплекса Томской области по результатам исследований верховых торфяников и снегового покрова // Тезисы V Межвузовской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые – наукам о Земле» (г. Москва, 23-25 марта 2010 г.) – Москва: РГГРУ. – 2010 г. – С. 285.
6. **Большунова, Т.С.** Оценка состояния атмосферного воздуха в районах нефтедобывающего комплекса Томской области по данным изучения снегового покрова // Электронный сборник тезисов Пятой Сибирской конференции молодых учёных по наукам о Земле, (г. Новосибирск, 29 ноября - 2 декабря 2010г.). Режим доступа: http://sibconf.igm.nsc.ru/sbornik_2010/10_geoecology/493.pdf
7. **Большунова, Т.С.** Снеговой покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха в районах нефтедобывающего комплекса / Т.С. Большунова, Т.В. Завалишина // Тезисы докладов третьей региональной научно-технической конференции молодых специалистов ОАО «ТомскНИПИнефть». – Томск: ТМЛ-Пресс, 2011.– С. 335-340.
8. **Большунова, Т.С.** Сравнительный анализ методов ИСП-МС и АЭС при исследовании снеготалой воды районов нефтедобывающего комплекса // VIII Всероссийская конфе-

- рентия по анализу объектов окружающей среды «ЭКОАНАЛИТИКА-2011» и Школа молодых учёных, посвящённые 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова (г. Архангельск, 26 июня - 2 июля 2011 г.): Тезисы докладов. – Архангельск, 2011.– с.81.
9. **Большунова, Т.С.** Экогеохимическая характеристика лишайников территории НГДК Томской области / Т.С. Большунова // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. Том 2. – Томск: Издательство Томского политехнического университета. – 2010.– С.507-509.
 10. **Bolshunova, T.** Lichens as indicators of the atmosphere state in the oil exploration district of Tomsk Region / T. Bolshunova, I Podkozlin // Abstracts of the European Geosciences Union General Assembly 2013 (Vienna, Austria, 7–12 April 2013). URL: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/posters/11845>
 11. **Большунова, Т.С.** Биомониторная роль лишайников в накоплении химических элементов на территории нефтедобывающих районов Т.С. Большунова, И.В. Подкозлин // Геохимия живого вещества: материалы международной школы-семинара (г. Томск, 2-5 июня 2013г.). – Томск: Издательство Томского политехнического университета. – 2013.– С. 129-131.
 12. **Большунова, Т.С.** Лишайники-эпифиты как индикаторы загрязнения атмосферного воздуха / Т.С. Большунова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета. – 2014.– С.695-697.
 13. **Большунова, Т.С.** Особенности влияния эколого-геохимических и антропогенных факторов на состояние атмосферного воздуха по данным изучения лишайников / Т.С. Большунова // Изменение климата и природной среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация. Сборник тезисов докладов международной конференции молодых учёных (г. Кисловодск, 14-20 сентября 2014г.). – М.: ГЕОС. – 2014. – С. 51-53.
 14. Межибор, А. М. «Зелёные контролёры» загрязнения воздуха / А. М. Межибор, **Т. С. Большунова** // Молодой ученый. – 2015. – №12. – С. 103-108.