

Таким образом, в результате проведенных исследований в пробах твердого осадка снега были обнаружены частицы природного и техногенного происхождения, вносящие свой вклад в формирование пылевой нагрузки в районе исследования.

#### Литература

1. Белошейкина А. В. Оценка загрязнения территории Сорского горно-обогатительного комбината (Республика Хакасия) по данным исследования снежного покрова [Текст] / А. В. Белошейкина, А. В. Таловская // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 1. — С. 701-702.
2. Беспалова А.И. Оценка уровня пылевого загрязнения снегового покрова на территории горно-обогатительного комбината (Республика Хакасия) [Текст] / А.И. Беспалова, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: сборник трудов IX Международной научно-практической конференции. — Ростов-на-Дону. - Таганрог, 2020. — С. 61-65.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady)
4. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография [Текст] / Е.Г Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 264 с.
5. Пат. 2229737 Российская Федерация. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами [Текст] / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. - № 2002127851; опубли. 27.05.2004.
6. Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии: учебное пособие [Текст] / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.И. Арбузов, А.Ю. Шатилов, В.Г. Язиков, В.М. Худяков. — 3-е изд. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 91 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮРГА)

Будаева Ю.С.

Научные руководители: доцент А.В. Таловская, ассистент Е.С. Торосян

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

Количественная и качественная характеристика состояния воздушной среды зависит от промышленных предприятий территории, а также оказывает влияние на состояние органов дыхательной и кровеносной систем у населения [8]. В г. Юрга функционирует комплекс разноплановых производств (свыше 60% выбросов загрязняющих веществ приходится на обрабатывающий сектор – машиностроение, металлургия, производство строительных материалов). Немаловажное воздействие оказывается при эксплуатации тепловых котлов на ТЭЦ, ответственную за обеспечение теплом жилых и производственных помещений города.

Цель работы – анализ геохимических особенностей твердой фазы снегового покрова с территории г. Юрга. Снеговой покров – природная среда накопления загрязняющих веществ из атмосферного воздуха в течение длительного зимнего периода, он активно используется исследователями в работах в городах [3, 7, 9, 11].

Снегогеохимическая съемка по регулярной сети со сгущением и разрежением точек в зависимости от доступности снега на территории г. Юрга проводилась в 2016 году сотрудниками Юргинского филиала ТПУ (ассистент Торосян Е.С.). Отбор осуществлялся согласно методике создания шурфа. Всего было отобрано 46 проб. Объектом исследования являлись пробы твердой фазы снега, подготовка которых проводилась в соответствии с методическими рекомендациями и включала последовательное таяние снега, очистку снеготалой воды от крупных посторонних включений, фильтрацию через фильтры типа «синяя лента». Пробы сушили при комнатной температуре, затем взвешивались и пропускались через сито с диаметром ячейки 1 мм [2, 5, 10].

Твердая фаза снега с территории г. Юрга была проанализирована инструментальным нейтронно-активационным анализом на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИ ТПУ (аналитики Судыко А.Ф., Богутская Л.В.). В результате выполнения анализов были определены содержания 28 химических элементов.

Проводился расчет следующих показателей для твердой фазы снегового покрова. Коэффициент концентрации рассчитывался по формуле:  $K_c = C/C_{\phi}$ , где  $C$  – концентрация химического элемента в пробе (мг/кг);  $C_{\phi}$  – фоновая концентрация элемента (мг/кг) [2, 5].

Для расчета коэффициента концентрации использовались данные по региональному фону [1, 11], для Zn, Nd, As, Hg – локального фона [9, 12].

Суммарный показатель загрязнения рассчитывался по формуле:  $Z_c = \sum K_c - (n - 1)$ , где  $n$  – число элементов с  $K_c > 1$  [2, 5]. По значению суммарного показателя загрязнения можно определить степень загрязнения снегового покрова в соответствии с принятой градацией [2, 5]: низкая (менее 64), средняя (64-128), высокая (128-256) и очень высокая (более 256). Данные по содержанию ртути в пробах представлены в соответствии с [66].

В твердой фазе снегового покрова территории г. Юрга наиболее высокие коэффициенты концентрации по сравнению с фоном приходятся на редкоземельные и радиоактивные элементы, а также ряд тяжелых металлов (таблица).

На территории г. Юрга значение суммарного показателя загрязнения повсеместно указывает на высокую степень загрязнения снегового покрова и опасный уровень заболеваемости в соответствии с градациями [2, 3, 5].

Более высокие значения СПЗ в снеге приурочены к районам малоэтажной застройки вблизи промышленной зоны, где размещаются машиностроительный и ферросплавный заводы, а также ТЭЦ, работающая на угле (таблица). Основной вклад в образование аномально высоких СПЗ вносят редкоземельные элементы, Zn, Ba, Co, Ta, Na, U.

Минерально-вещественный анализ проб твердой фазы снега из окрестностей промышленной зоны г. Юрга показал наличие в них большого количества металлических и алюмосиликатных микросферул, а также металлических частиц, содержащих оксиды железа [1]. По литературным данным, в процессе функционирования машиностроительных заводов и металлообрабатывающих производств в атмосферный воздух выбрасывается Fe, Cr и Co [4]. Поэтому были построены карты-схемы пространственного распределения этих элементов (рис.). На карте распределения железа с повышенным уровнем по сравнению со среднегородским содержанием выделяется промзона, откуда элемент распространяется в форме взвешенных частиц в прилегающий к ней частный сектор.

Таблица

Средние значения коэффициентов концентрации элементов в твердой фазе снега и суммарный показатель загрязнения (СПЗ) на территории г. Юрга и в окрестностях её промышленной зоны

K <sub>c</sub>	< 1	от 1 до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	от 10 до 15	> 15	СПЗ
г. Юрга	As, Br, Au	Ca, Cr, Fe, Zn, Rb, Sb, Cs, Nd, Eu, Hg	Na, Sc, Co, Lu, Hf	Sr, Ta, Th	Ba, La, Ce	Sm, Tb, Yb, U	179
Промышленная зона	As, Br, Sb, Au	Ca, Cr, Fe, Co, Zn, Rb, Cs, Nd, Eu, Hg	Na, Sc, Lu, Hf, Ta	Sr, Th	Ba, Ce	La, Sm, Tb, Yb, U	182

Ореолы содержаний кобальта выше среднего по городу распространены в окрестностях машиностроительного завода и прилегающих дачных участках. Хром распространён в пробах из промзоны, а также вблизи гаражного комплекса на востоке города. В западной части города есть ореол высоких содержаний этих элементов, что может быть связано с эксплуатацией железнодорожных путей.

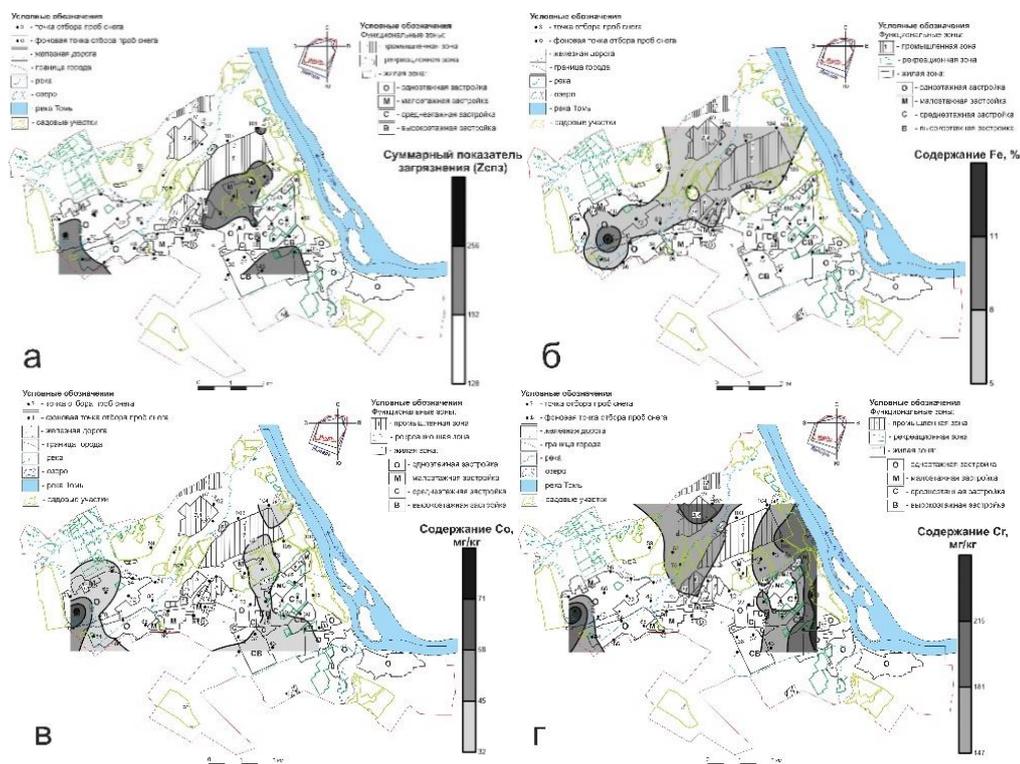


Рис. Карта-схема пространственного распределения суммарного показателя загрязнения (а) и содержаний Fe (б) в %, Co (в) и Cr (г) в мг/кг в снеговом покрове на территории г. Юрга

Примечание: промышленные предприятия промзоны (1-6): 1,5 – машиностроительный завод, 2 - ТЭЦ, 3 – ферросплавный завод, 4 – абразивный завод (закрылся в 2012 г.), 6 – завод по производству минеральной ваты и теплоизоляционных материалов.

Таким образом, снеговой покров в г. Юрга накапливает химические элементы, характерные для выбросов от предприятий машиностроения и металлообработки. С загрязненных районов города элементы могут перемещаться в другие районы в составе взвешенных частиц.

#### Литература

1. Будаева, Ю.С. Техногенные частицы в твердом осадке снега как индикаторы загрязнения городской территории (г. Юрга, Кемеровская область) [Текст] / Ю.С. Будаева, А.В. Таловская // Геоэкология: теория и практика: сборник научных трудов Всероссийской студенческой конференции с международным участием. – М: РУДН, 2020. – С. 72 – 80.
2. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Касимов, Н.С. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Н.В. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». – 2012. – № 4. – С. 14 – 24.
4. Конструкционные материалы, используемые в машиностроении [Текст] уч. пособие / Е.В. Агеева, А.А. Горюхов. – Курск: Изд-во «Университетская книга», 2014. – 127 с.
5. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.
6. Оценка ртутной нагрузки на территорию г. Юрга по данным изучения снежного покрова [Текст] / Е.С. Торосян, А.В. Таловская, Е.А. Никулина, Е.Г. Язиков, Е.Е. Ляпина // Современные направления развития геохимии: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Иркутск, 2017. – С. 132 – 133.
7. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография [Текст] / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
8. Петров, Б.С. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезни системы кровообращения [Текст] / Б. С. Петров // Экология человека. – Архангельск, 2011. - № 6. – С. 3 – 7.
9. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска [Текст] / А.В. Таловская [и др.] // Безопасность в техносфере. – М., 2012. – № 2. – С. 30 – 34.
10. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Введ. с 01.07.1991. М.: Росгидромет, 1991. 693 с.
11. Филимоненко, Е.А. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска [Текст] / Е.А. Филимоненко // Фундаментальные исследования. – М., 2013. – № 8. – С. 760 – 765.
12. Филимоненко, Е.А. Эколого-геохимическая обстановка в районах расположения объектов теплоэнергетики по данным изучения нерастворимой и растворимой фаз снега (на примере Томской области) [Текст]: дис. ... канд. геол.-мин. наук. / Филимоненко Екатерина Анатольевна – Томск, 2015 г. – 152 с.
13. Шатилов, А. Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: [Текст] дис. ... канд. геол.-мин. Наук. / Шатилов Алексей Юрьевич – Томск, 2001. – 24 с.
14. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири [Текст]: автореферат дис... д-ра геол.-мин. наук / Язиков Егор Григорьевич. - Томск, 2006. – 47 с.

### ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА СНЕГОВОГО ПОКРОВА

Бучельников В.С.

Научный руководитель - профессор Е.Г. Язиков

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

С ростом загрязнения атмосферы возрастает значимость изучения примесей, содержащихся в ней. Воздушные массы, содержащие различные загрязнения, распространяют их по всей биосфере.

Особую актуальность в последнее время приобрело изучение аэрозольных частиц атмосферы, поступающих при работе промышленных предприятий, в то же время особенности переноса элементов от техногенных источников на данный момент недостаточно изучены [3].

На основе метеоинформации, с сайта [rogodaiklimat.ru](http://rogodaiklimat.ru), были получены данные по ветровому режиму и снегонакоплению на обсерватории «Фоновая». Анализ ветрового режима показал преобладание южного и юго-западного направлений, что является характерной особенностью данной территории данной территории. Процесс осадконакопления шел в течение всего периода, но наибольшие выпадения приходится на период с конца октября по середину декабря

С целью изучения особенностей перемещения воздушных масс в точку отбора применялся метод обратных траекторий с помощью модели HYSPLIT с их построением для высот 500, 1000 и 1500 метров за 72 часа.

Построение обратных траекторий в модели HYSPLIT показало, что движение воздушных масс в район исследования в течение рассматриваемого периода осуществлялось по различным направлениям: в течение октября-ноября преобладало западное и юго-западное направление, в декабре преобладающим было северо-западное направление (рис.1). Во второй половине зимнего периода преобладающим становится южное и юго-западное направление.