



Рис. 4. Схемы распределения цезия-137 и стронция-90 в почвах южной части Томской области [3]

#### Литература

1. Василенко, И. Я. Радиоактивный цезий [Текст] / И.Я. Василенко, О.И. Василенко // Энергия: экономика, техника, экология. – 2001. - № 7. - С. 16–22.
2. Научный комитет ООН по действию атомной радиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unscear.org/unscear/en/chemobylmaps.html>
3. Рихванов, Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии [Текст] / Томск: Издательство ТПУ, 1997. –384 с.
4. Техногенные радионуклиды в окружающей среде Западной Сибири (источники и уровни загрязнения) [Текст] / Ф.В. Сухоруков, И.Н. Маликова, В.М. Гавшин, С.И. Ковалев, Б.Л. Цербов, М.С. Мельгунов, В.Д. Страховенко, В.М. Цибульчик // Сибирский экологический журнал. - №1. – 2000. – С. 31-38.
5. Samzan.ru Сетевое издание: сайт. – Москва. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://samzan.ru/37391>

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНО-ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА И УЛИЧНОЙ ПЫЛИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА

Беспалова А.И.

Научный руководитель доцент Таловская А.В.

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

В современном мире наблюдается активное развитие многочисленных отраслей промышленности, которые оказывают влияние на окружающую среду. Вследствие работы предприятий в атмосферный воздух попадает значительное количество аэрозолей, переносимых воздушными массами на дальние расстояния от первоначального источника [1].

В зимнее время состояние окружающей среды можно оценить с помощью снегового покрова – отличного сорбента и накопителя загрязняющих веществ. Методы оценки территории с помощью снегового покрова известны во многих работах, как в России, так и за рубежом.

В теплое время года актуальным объектом исследования является уличная пыль, заменяющая снеговой покров. Представляет собой осевшие твердые частицы со сложным химическим составом [2]. Уличная пыль используется для оценки территории как индикатор состояния среды [2]. Изучение уличной пыли представляет интерес по большей части в зарубежных странах, например, Китай [8], а в России только набирает популярность. Известны работы в г. Москва [2], в городах Северо-Западной Сибири [6], Челябинске [7].

Томск – промышленный город, имеющий в своем составе различные предприятия. Основными отраслями промышленности в городе являются машиностроение, нефтехимическая и теплоэнергетическая отрасли.

Следовательно, целью работы является изучение минерально-вещественного состава твердой фазы снегового покрова и уличной пыли на территории г. Томска.

Пробы снегового покрова предоставлены научным руководителем. Пробы отобраны по стандартной методике в г. Томске по площадной системе наблюдения [5]. Отбор происходит из шурфа на всю мощность снегового покрова, за исключением 5 см, прилегающих к почвенному покрову. Вес каждой пробы составлял от 15 до 18 кг. Всего отобрана и обработана 101 проба снегового покрова. При подготовке проб происходило таяние снеговых проб при комнатной температуре, фильтрация, высушивание, просеивание и взвешивание проб.

При личном участии автора совместно со студенткой Литвиновой Е.С. осуществлялся отбор проб уличной пыли в соответствии с литературными данными [2]. Отбор происходил в летний период с помощью пластиковой щетки и совка

методом конверта после трехдневного сухого периода [2]. Масса каждой пробы составляла от 200 до 600 г. Расположение точек отбора было сконцентрировано в районах промышленных предприятий и совпадало с точками отбора снегового покрова. При подготовке проб пробы высушивали, очищали от крупных частиц, просеивали (диаметр сита 1 мм) и взвешивали. Количество отобранных и обработанных проб уличной пыли составило 45.

Для изучения минерально-вещественного состава был использован бинокулярный стереоскопический микроскоп Leica EZ4D с видео приставкой согласно запатентованной методике (патент № 2229737) сотрудников каф. ГЭГХ (в н.в. отделение геологии) [6].

Исследования снегового покрова с территории города Томска показали преобладание частиц техногенного происхождения (65%). В свою очередь доля природных частиц составила 35%. Из природных частиц были выделены частицы кварца (бесцветные прозрачные частицы разной окатанности), полевых шпатов (призматические частицы белого и розоватого цвета), карбонатов (частицы молочно-белого цвета, полуокатанные), слюды (чешуйчатые с перламутровым отливом), окислы железа (рыжие частицы неправильной формы) и биогенные частицы (растительные остатки) [6]. Из техногенных частиц обнаружены микросферы алюмино-силикатного состава (светлые сферические частицы), металлические микросферы (темные магнитные частицы сферической формы), угольные частицы (черные уплощенной формы с жирным блеском), сажа (рыхлые черные частицы), шлак (бесформенные частицы черного цвета), кирпичная крошка (рыхлые оранжево-красные частицы), синтетические волокна (нитевидные волокна разных цветов).

При изучении уличной пыли также обнаружены природные (42%) и техногенные частицы (58%). Обнаруженные частицы в пробах уличной пыли имеют схожий состав с пробами снегового покрова. Однако отличительной особенностью являются такие техногенные частицы в уличной пыли, как асфальтоподобные (цементированные серые частицы), частицы шин (темные рваные частицы) и стекла (частицы со стеклянным блеском разной окатанности).

При сравнении данных по твердой фазе снегового покрова и уличной пыли было обнаружено, что доля техногенных частиц в уличной пыли меньше на 7% (таблица). Также частицы несколько отличаются по внешнему виду.

Дорожная пыль отличается специфичным составом и не имеет фонового аналога. Для сравнения были взяты образцы почвогрунтов г. Томска, так как они входят в состав уличной пыли и занимают ее значительную часть [2]. Сравнение значений показало, что количество техногенных частиц в уличной пыли (58%) в 1,5 раза, чем в почвогрунтах (38%) [5]. Сравнение проб снегового покрова с фоном [5] показало преобладание техногенных частиц непосредственно в пробах г. Томска (в 3 раза больше, чем в фоновых пробах).

Кроме того, изучена динамика распространения техногенных частиц в снеговых пробах г. Томска. Сравнение результатов показало, что доля техногенных частиц в 2015 году по сравнению в 2007 увеличилась на 3,3 %.

Изучение пространственного распределения техногенных частиц позволило определить их ореолы, приуроченные к промышленным предприятиям города.

В районе размещения ГРЭС-2 увеличилось содержание техногенных частиц в 1,5 раза в 2015 году по сравнению с 2007 г., что может быть связано с изменением топливного баланса на данном предприятии. В северо-восточной части города, где функционируют кирпичные заводы, ореолы частично сохранились и относительно уменьшились (в 1,5 раза) в районах города, где частный сектор сменился на высотные жилые застройки.

Таблица

*Минерально-вещественный состав проб твердой фазы снегового покрова и уличной пыли на территории г. Томска, %*

Тип частиц	Объект исследования			
	Твердый осадок снегового покрова		Уличная пыль	
	г. Томск	Фон*[5]	г. Томск	Почвогрунты**[5]
<b>Природные частицы:</b>	<b>35</b>	<b>78</b>	<b>42</b>	<b>62</b>
кварц	18	30	17	35
полевые шпаты	9	26	8	10
слюды	1	6	2	4
окислы железа	2	-	5	5
карбонаты	3	4	4	3
биогенные частицы	1	12	4	4
недиагностированные частицы	1	-	2	1
<b>Техногенные частицы:</b>	<b>65</b>	<b>22</b>	<b>58</b>	<b>38</b>
угольная пыль	28	11	13	9
шлак, сажа	11	7	8	11
Al-Si сферулы	8	2	9	3
ферросферулы	7	1	8	4
кирпичная крошка	5	-	7	3
синтетические волокна	5	1	5	2
недиагностированные частицы	1	-	8	6

**Примечание:** данные бинокулярной микроскопии; «-» – не обнаружено

\*заказчик «Томский» и обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН (Таловская А.В., Язиков Е.Г., ...)

\*\* Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В., 2010

Сравнение зимнего и летнего периода показало, что в зимний период преобладают ореолы продуктов сжигания топлива (33%), которые могут быть связаны с работой ГРЭС-2 и мелкими котельными промышленных предприятий города. Ореолы продуктов строительных материалов (8%) обнаружены в зоне влияния кирпичного завода.

Обнаруженные ореолы распределения техногенных частиц в летний период также сохраняются в зоне воздействия крупных предприятий города. Ореолы с повышенным содержанием Al-Si микросферул (8%), шлаковых частиц (10%) наиболее контрастно проявляются в районах размещения предприятий теплоэнергетики.

Таким образом, осуществлен сравнительный анализ минерально-вещественного состава твердой фазы снегового покрова и уличной пыли в г. Томске.

#### Литература

1. Доклад «Об экологической ситуации в Томской области в 2020 году». – Томск, 2021 г. – 134 с.
2. Касимов, Н.С. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы [Текст] / Н.С. Касимов, Д.В.Власов, Н.Е. Кошелева, Е.М. Никифорова. – Москва.: АПР, 2016. – 276 с.
3. Минералогия техногенных образований: учебное пособие [Текст] / Е.Г. Языков, Таловская А.В., Жорняк Л.В. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 160 с.
4. Московченко, Д. В. Геохимическая характеристика снежного покрова г. Тобольск [Текст] / Д. В. Московченко, Р. Ю. Пожитков, А.В. Соромотин //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – №. 5. – 156-169 с.
5. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография [Текст] / Е.Г. Языков, Таловская А.В., Жорняк Л.В. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.
6. Патент 2229737 Россия, 27.05.2004 / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами // Патент России № 2002127851.
7. Krupnova, T.G. Road dust trace elements contamination, sources, dispersed composition, and human health risk in Chelyabinsk, Russia [Text] / T.G. Krupnova, O.V. Rakova, S.V. Gavrilkina, E.G. Antoshkina, E.O. Baranov, O.N. Yakimova // Chemosphere. – 2020. – V. 261.
8. Lu, X Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji, NW China [Text] / Lu X, Wang L, Li LY, Lei K, Huang L, Kang D. // J Hazard Mater. – 2010. – 744 p.

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

Будаева Ю.С.

Научный руководитель доцент Таловская А.В., ассистент Торосян Е.С.

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 сушились 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 [6].