

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА  
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ  
СНЕЖНОГО ПОКРОВА  
(НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)**

**Т.М. Черных**

**Научный руководитель доцент А.В. Таловская  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

Введение. Томск является развивающимся промышленно-урбанизированным городом, а также научным и культурным центром Сибири. За последние 10 лет город заметно изменился: появились новые микрорайоны, крупные транспортные развязки, промышленные предприятия, а также некоторые производственные объекты были закрыты или перенесены за городскую черту. В связи с этим возникла необходимость проанализировать пространственно-временное изменение состояния окружающей среды и выявить районы с напряженной антропогенной нагрузкой.

С 2007 по 2015 год ежегодное валовое количество выбросов в атмосферный воздух в г. Томске увеличилось на 10 тыс. тонн и составило 34,205 тыс. тонн [2,9].

Такой тяжелый и токсичный металл, как мышьяк, попадает в атмосферный воздух вместе с выбросами в качестве примесей в виде твердых частиц аэрозоля. Одним из антропогенных источников попадания мышьяка в атмосферный воздух является сжигание твердого топлива (угля) на тепловых электростанциях [3].

Для определения вещественного состава твердых атмосферных осадков в качестве естественного планшета-накопителя используется снеговой покров. В зимний период аэрозольные частицы, выпадающие вместе со снегом на земную поверхность, имеют преимущественно техногенное происхождение. В силу климатических особенностей снеговой покров является важным источником информации об антропогенном влиянии на окружающую среду в городах Сибири.

В данной работе представлены результаты эколого-геохимической оценки распределения мышьяка на территории г. Томска по данным снегогеохимической съемки за 2007 и 2015 года.

Методика исследований. Отбор и подготовку проб снега на территории г. Томска в 2007 и 2015 годах проводили с учетом методических рекомендаций [5, 7, 8]. Была сделана регулярная площадная сеть с шагом 500 м и местами сгущения и разрежения. Пробы отбирались методом шурфа на всю его мощность (не считая первых 5 см от почвы). Вес каждой пробы составлял 5-7 кг, чтобы получить массу твердого осадка снега, достаточную для проведения анализа элементного и вещественного состава [5]. Всего в 2007 году было отобрано 69 проб снега [10], в 2015 – 101 проба. Пробоподготовка состояла из оттаивания, фильтрации и высушивания проб при комнатной температуре с целью получения твердого осадка снега. Затем пробы были отправлены в аккредитованную ядерно-геохимическую лабораторию на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на инструментальный нейтронно-активационный анализ. Отбор и подготовку проб осуществляли сотрудники и студенты кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. Данные аналитических исследований использовали для расчета коэффициента концентрации.

Коэффициент концентрации является показателем уровня аномальности содержаний элементов и рассчитывается по формуле:  $K_k = C/C_{\phi}$ , где  $K_k$  – коэффициент концентрации,  $C$  – содержание элемента в пробе, мг/кг,  $C_{\phi}$  – содержание элемента в твердом осадке снега в фоновом районе, мг/кг [8]. В качестве региональной фоновой площадки был выбран район в 480 км от города (Средний Васюган) [10].

Результаты работы и их обсуждение. Анализ полученных данных указывает на общее увеличение поступления мышьяка на территорию г. Томска за последние 8 лет (рис.). Среднее содержание мышьяка в твердом осадке снега в 2007 году составило 8 фонов, в 2015 году – 28 фонов. Анализ карт пространственного распределения мышьяка в твердом осадке снега относительно фона показал, что появились новые ореолы с высокими значениями содержания мышьяка в пробах.

На основе градостроительных атласов г. Томска [6] и рекомендаций Н.С. Касимова [4] были построены карты-схемы города с разделением территории на функциональные зоны. Распределение значений коэффициента концентрации в 2007 году показало, что в промышленных зонах наблюдалось наибольшее значение данного показателя ( $K_k=13$ ). В 2015 году самое большое среднее значение коэффициента концентрации мышьяка ( $K_k=36$ ) было в рекреационной зоне, далее в частном секторе ( $K_k=32$ ).

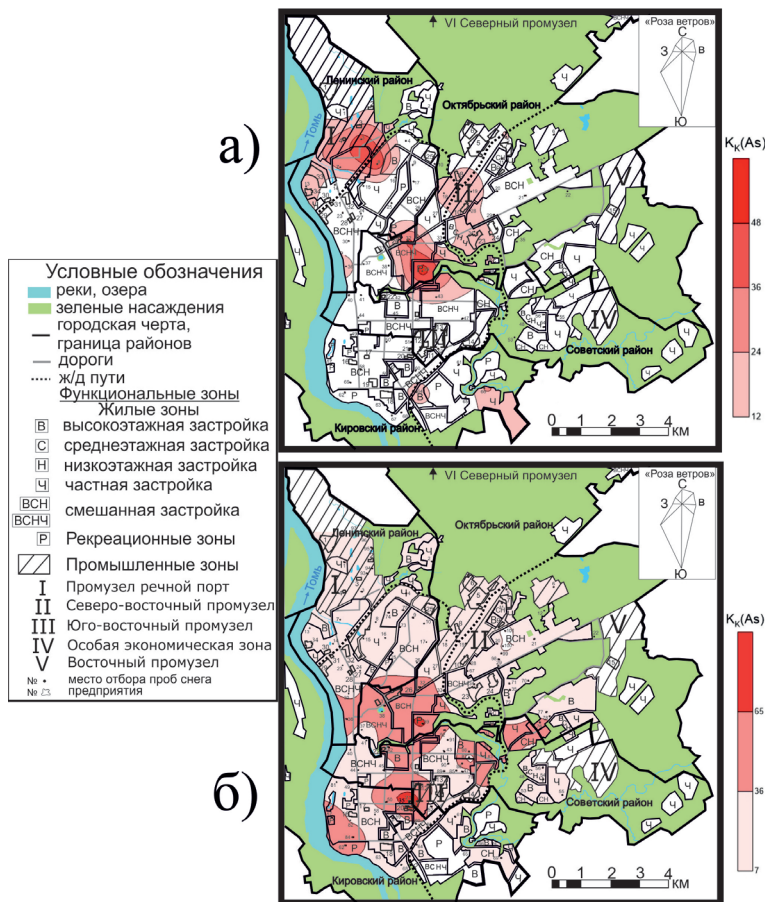
Как в 2007, так и в 2015 году, на карте-схеме (рис.) отмечается ореол с высокими показателями содержания мышьяка в Михайловской роще. Возможно, пространственное накопление элемента в снеговом покрове на данной территории связано с пылевыми выбросами от теплоэлектростанции. В зимний период времени Томская ГРЭС-2 работает на углях Кузнецкого бассейна, которые содержат мышьяк в качестве примеси [1].

В 2007 году в городе действовал Томский шпалопропиточный завод, на карте-схеме (рис.а) в районе этого предприятия, по направлению господствующего ветра, наблюдается ореол повышенного значения коэффициента концентрации мышьяка. Следует отметить, что на карте-схеме 2015 года (рис.б), когда завод перестал функционировать, этого ореола нет.

В 2015 году наибольшие значения были в рекреационных зонах (Михайловская роща, Лагерный сад), в частном секторе и на транспортной развязке площадь Кирова. Так как в целом содержание мышьяка в снеговом покрове увеличилось, вероятно это связано с изменением воздушных микроциркуляций города из-за постройки

новых высотных микрорайонов и транспортных развязок.

Заключение. По результатам исследования снеговой съемки было установлено, что значения коэффициента концентрации мышьяка в период с 2007 по 2015 года увеличилось более чем в 3 раза, а также изменились пространственные ореолы распределения с высокими показателями содержания мышьяка.



**Рис. Карта-схема пространственного распределения коэффициента концентрации мышьяка на территории г. Томска по данным снеговой съемки в 2007 (а) и 2015 (б) гг.**

Промышленные предприятия 1-35: I- 1- ООО «Томлесдрев»; 2-ООО СИБЦЕМ-Томск; 3-ЖБИ-27; 4-ЛПК; II: 5-ОАО «ЖБК-100» и ООО «ЖБК-40»; 6-ТЭЦ-1; 7-ОАО «Томская спичечная фабрика "Сибирь"»; 8-Асфальтобетонный завод; 9 -котельная; 10-ОАО Томский комбикормовый завод ; III: 11-ОАО «Сибэлектромотор»; 12-ОАО «Манотомь»; 13-ГРЭС-2; 14 -ТДСК; V: 15-НПО «Вирион»; Прочие: 16-ОАО «Томский электромеханический завод»; 17- ОАО «Томский электроламповый завод»; 18-ООО «Континентъ»; 19 - ОАО «Томский инструмент»; 20 - ФГУП "Томский электротехнический завод"; 21-ОАО НПЦ «Полус»; 22-Кондитерская фабрика «красная звезда»; 23-ЗАО «Карьеруправление»; 24-Томский кирпичный завод; 25-Томский кабельный завод; 26-ЗАО «Сибкабель»; 27-ОАО

«Фармстандарт-Томскхимфарм»; 28-ЗАО «Томский дрожжевой завод»; 29 -Сибирская карандашная фабрика; 30-Томский ремонтно-механический завод; 31-котельная; 32-Томский завод резиновой обуви; 33-Томский шпалопроточный завод; 34-Томский мясокомбинат; 35 - ЗАО НПФ «Микран».

**Литература**

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / Глав. ред. С.Я. Трапезников, редкол.: Ю.В. Лунёва, Н.А. Чатурова, З.А. Коняшкин Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2016. – 156 с.
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов, книга 3/ Под ред. Э.К. Буренкова. – М.:Недра,1996. – 353с./с. 161-197
4. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник Московского университета серия география. – М., 2012. – № 4. – С. 14 – 25
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 г. № 5174 – 90
1. Официальный портал МО «Город Томск». Электронный ресурс URL: <http://www.admin.tomsk.ru/pgs/2ro> (дата обращения 15.01.2017)
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Введ. 01.07.1991. Изд-во стандартов, 695с.
3. Саэт Ю.Е, Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2007 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. – Томск: Графика, 2008. – 148 с.
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.