

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 504.3.054:550.4(571.16):624.131

А.О. Иванов

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ТОМСКА И ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
В 2006 г. (ПО ИТОГАМ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ)**

Представлены результаты экогеохимических исследований снегового покрова г. Томска и Обь-Томского междуречья в 2006 г. Выделены наиболее загрязненные районы г. Томска и территории междуречья; установлены показатели пылевой нагрузки, коэффициентов концентрации металлов в снеговой пыли, рассчитаны суммарные показатели загрязнения снегового покрова, выявлены локальные аномалии; дана оценка удовлетворительного санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха г. Томска и Обь-Томского междуречья.

Эколого-геохимическое состояние города зависит и определяется многими факторами. Важнейшие – это объем и химический состав выбросов, климатические и физико-географические условия района, а также факторы застройки и размещения источников загрязнения. Данные факторы определяют состояние и оказывают влияние на все компоненты окружающей среды города.

Чистый атмосферный воздух представляет собой смесь газов, паров воды и взвешенных частиц естественного происхождения, называемых аэрозолями. Аэрозоли – это дисперсные системы, состоящие из твердых частичек, находящихся во взвешенном состоянии в жидкой или газовой среде [1, 2]. Естественными источниками поступления аэрозолей являются процессы дефляции почв, вулканическая и космическая пыль, вынос солей с поверхности морей и океанов, цветочная пыльца, споры и т.д. Антропогенными источниками аэрозолей являются техногенные выбросы в атмосферу от различных предприятий, автотранспорта, котельных и т.д.

Атмосфера в городе представляет собой важнейшую жизнеобеспечивающую среду, чистота которой особенно важна для сохранения здоровья городского населения. С другой стороны, это среда, в которой идет рассеивание и транзит значительных объемов далеко не безвредных отходов производства и выбросов автотранспорта. Очищение атмосферы происходит в основном под действием сил гравитации и выносом с выпадающими атмосферными осадками с дальнейшим поступлением загрязнителей в депонирующие среды и миграционные потоки. В почвах, снеговом покрове, донных отложениях происходят фиксация и накопле-

ние различных поллютантов, которые отмечаются за тем и в растительном покрове, живых организмах.

Снеговой покров в районах с достаточно длительным его экспонированием является почти идеальной депонирующей средой для изучения аэрогенных выпадений из атмосферы. Методика проведения эколого-геохимических исследований снегового покрова хорошо разработана и дает вполне воспроизводимые результаты [3, 4].

Весной 2006 г. автором производилась оценка притока пыли на подстилающую снеговую поверхность Обь-Томского междуречья и в г. Томске.

Снеговые пробы отбирались в течение марта. Опробование проводилось методом конверта со стороной 5 м на всю мощность снегового покрова. В каждой точке опробования производился отбор 5 частных проб, фоновая выборка отбиралась на участках с предполагаемой низкой техногенной нагрузкой, т.е. в центральной части междуречья, где брали по 7 частных проб. В 2006 г. были отобраны 24 пробы в Томске и 7 фоновых проб на территории Обь-Томского междуречья.

На основе массы пыли в снеговой пробе, полученной после фильтрации снеготалой воды через беззольный фильтр «синяя лента» и взвешивания фильтра с осадком, рассчитывают показатель пылевой нагрузки. Он отражает приток пыли, в граммах или миллиграммах, на поверхность снегового покрова, площадью 1 м² за период в 1 сут. На основе этого показателя делают первые выводы о степени загрязнения снегового покрова и атмосферного воздуха. Рассчитанный показатель пылевой нагрузки (Pn) на территории Обь-Томского междуречья представлен в табл. 1.

Таблица 1

Значения пылевой нагрузки на территории Обь-Томского междуречья в 2006 г.

Номера проб	Показатель пылевой нагрузки, мг/м ² сут	Географическая привязка
1382с-06	8,06	5 км на юг от д. 86 квартал
1383с-06	14,95	9 км на юг от д. 86 квартал
1384с-06	10,81	13 км на юг от д. 86 квартал
1385с-06	8,28	16 км на юг от д. 86 квартал
1386с-06	9,62	19 км на юг от д. 86 квартал
1387с-06	10,24	д. 86 квартал
1388с-06	9,76	13 км от д. 86 квартал на восток

Центральные и южные районы Обь-Томского междуречья испытывают меньшее антропогенное воздействие по сравнению с восточными и северо-восточными, именно эти районы следует принимать за фоновые территории. Фоновые пробы были отобраны в центральной части Обь-Томского междуречья на удалении в 30–50 км от г. Томска. Средний показатель пылевой нагрузки, принятый за фон, в 2006 г. составил 10,3 мг/м²сут, стандартное отклонение 2,3 мг/м²сут, коэффициент вариации 22%. Если сравнить полученные результаты с данными 2005 г., то отмечается небольшое увеличение средней пылевой нагрузки в районе междуречья с 7,1 мг/м²сут в 2005 г. до 10,3 мг/м²сут в 2006 г.

Общий вывод о запыленности территории Обь-Томского междуречья за период исследований с 2001 по 2006 г. следующий: минимальные значения пылевой нагрузки имеют точки пробоотбора, которые расположены дальше от зоны влияния города, автомагистралей области, местных деревень и поселков, а также не но-

сят следов воздействия процессов дефляции почв и метелевого переноса [5].

Оценка санитарно-гигиенического состояния производилась по утвержденной Минздравом СССР ориентировочной шкале аэрогенных очагов загрязнения. Основными санитарно-гигиеническими показателями состояния воздушной среды в данной шкале являются показатель пылевой нагрузки и концентрация тяжелых металлов в пыли [2].

Опираясь на показатель пылевой нагрузки по ориентировочной шкале оценки аэрогенных очагов загрязнения, уровень загрязнения Обь-Томского междуречья в 2006 г. оценивается ниже среднего умеренно опасного.

При анализе результатов снегового опробования в г. Томске выявлено, что среднее значение пылевой нагрузки в городе превышает фоновую нагрузку почти в 5 раз и составляет 49,0 мг/м²сут. Пылевая нагрузка в Томске по данным снеговой съемки в 2006 г. представлена в табл. 2.

Таблица 2

Значения пылевой нагрузки в г. Томске в 2006 г.

Номер пробы	Пылевая нагрузка, мг/м ² сут	Географическая привязка
1358с-06	42,42	Стадион Кедр
1359с-06	99,62	Выезд на Кузовлево
1360с-06	36,69	Район ОКБ
1361с-06	109,03	43 школа (ул. Новосибирская)
1362с-06	26,10	микрорайон Солнечный
1363с-06	76,19	Вокзал Томск 2
1364с-06	42,86	АРЗ (1 школа)
1365с-06	73,91	ул. Интернационалистов (II лицей)
1366с-06	37,52	Михайловская роща
1367с-06	46,29	Белое озеро
1368с-06	63,20	Черемошники (ул. Омская)
1369с-06	44,28	Драмтеатр
1370с-06	36,50	Буфф-сад
1371с-06	36,53	ул. Жуковского, 20
1372с-06	20,29	Академгородок
1373с-06	27,10	По дороге на пос. Бактин
1374с-06	41,40	34 школа (конец Фрунзе)
1375с-06	144,46	ГРЭС-2
1376с-06	23,81	п. Степановка
1377с-06	43,90	Вокзал Томск I
1378с-06	37,01	18 гимназия («Томские товары»)
1379с-06	17,18	Стадион Буревестник
1380с-06	28,97	Лагерный сад
1381с-06	20,76	6-й корпус ТГУ

Высокие нагрузки фиксируются в пробах, отобранных в зоне влияния источников выбросов, и в районах, где высокие пылевые нагрузки обусловлены особенностями ландшафта и циркуляции воздушных масс.

Автомобильный транспорт производит выброс значительного объема загрязняющих веществ, особенно при сильной загруженности автодорог в «часы пик» и на светофорах. Некоторые районы г. Томска плотно застроены, улицы имеют небольшую пропускную способность и т.д., все это способствует росту приземных концентраций загрязняющих веществ на территориях, прилегающих к автодорогам. Стационарные источники выбросов, внося свой «вклад» в картину загрязнения, значительно усложняют её. За счет этого пылевая нагрузка в условиях города сильно варьирует и зависит от находящихся поблизости источников выбросов и ландшафтно-климатических особенностей.

На основе показателя пылевой нагрузки в 2006 г. можно сделать вывод, что северно-западные и северо-

восточные районы города, в отличие от южных и центральных, подвергаются наиболее интенсивному воздействию со стороны большинства промышленных предприятий города, так как располагаются с подветренной стороны.

По итогам снеговой съемки в 2006 г. были определены содержания металлов в снеговой пыли территории г. Томска и Обь-Томского междуречья методом количественного спектрального анализа по аттестованной методике в НИЛ ЭПМ Томского университета. В соответствии с принятой методикой обработки результатов геохимического изучения снегового покрова были подсчитаны коэффициенты концентраций металлов (Кс) в относительных единицах как отношение концентрации элемента в пробе к фоновому содержанию.

Если рассматривать средние коэффициенты концентраций металлов в снеговой пыли (рис. 1), по г. Томску складывается следующая картина: повышен-

ные средние коэффициенты концентрации отмечаются для молибдена, титана, циркония, бария, никеля, иттрия, кобальта, сурьмы; Кс равно 1,5 для хрома, ванадия и лантана.

Наиболее высокие Кс отмечаются для проб северных районов и окраин города (из-за сноса в них выбросов

предприятий). Повышенные значения Кс характерны и для проб, испытывающих влияние местных, локальных источников выбросов. Можно сделать вывод: спектр элементов, которые находятся в аномальных концентрациях на территории г. Томска, определяется видами промышленных производств, находящихся в черте города.

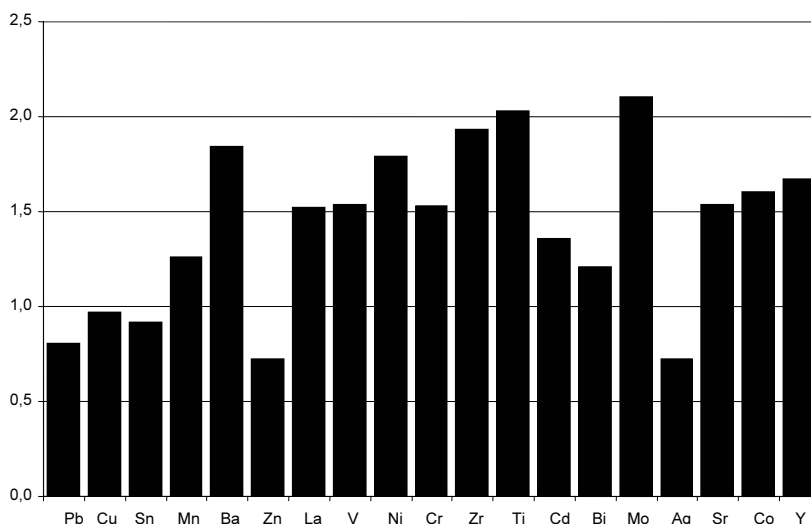


Рис. 1. Средние коэффициенты концентрации металлов снеговой пыли в г. Томске в 2006 г.

Ввиду поликомпонентности зон техногенного загрязнения для их характеристики используется суммарный показатель загрязнения (Zс), рассчитываемый

как сумма коэффициентов концентрации всех металлов в пробе, Кс которых превышает 1, с вычитанием числа учитываемых по Кс элементов без одного (табл. 3).

Таблица 3

Значения суммарного показателя загрязнения в г. Томске в 2006 г.

Номер пробы	Суммарный показатель загрязнения (Zс)	Географическая привязка
1358с-06	11,43	Стадион Кедр
1359с-06	3,45	Выезд на Кузовлево
1360с-06	12,42	Район ОКБ
1361с-06	–	43 школа (ул. Новосибирская)
1362с-06	20,29	микрорайон Солнечный
1363с-06	4,84	Вокзал Томск 2
1364с-06	9,68	АРЗ (11 школа)
1365с-06	10,72	ул. Интернационалистов (7 лицей)
1366с-06	9,55	Михайловская роща
1367с-06	17,58	Белое озеро
1368с-06	12,44	Черемошники (ул. Омская)
1370с-06	13,04	Драмтеатр
1371с-06	15,90	Буфф-сад
1372с-06	10,60	ул. Жуковского, 20
1373с-06	7,23	Академгородок
1374с-06	5,49	По дороге на пос. Бактин
1375с-06	12,05	34 школа (конец Фрунзе)
1376с-06	5,03	ГРЭС-2
1377с-06	8,38	п. Степановка
1378с-06	13,70	Вокзал Томск 1
1379с-06	10,18	18 гимназия («Томские товары»)
1380с-06	11,49	Стадион Буревестник
1381с-06	13,48	Лагерный сад

Средний показатель суммарного загрязнения по городу в 2006 г. составил 10,86. Самый высокий суммарный показатель загрязнения зафиксирован в микрорайоне Солнечный, где он составил 20,29. Это, вероятно, обусловлено выпадениями загрязняющих веществ фа-

кела ГРЭС-2. Суммарный показатель загрязнения 17,58 зафиксирован в районе Белого озера. В районе ул. Жуковского, 20 отмечен Zс, равный 15,9. В целом, северные районы г. Томска характеризуются несколько повышенными значениями суммарного показателя за-

грязнения. В остальных районах суммарный показатель загрязнения близок к среднему по городу.

При расчете суммарного показателя загрязнения учитываются только коэффициенты концентрации больше единицы. Таким образом, некоторые химические элементы на территории города не вносят вклад в расчет Z_c и состояние приземного слоя атмосферного воздуха.

Опираясь на показатели пылевой нагрузки (P_n) и суммарный показатель нагрузки (Z_c) по ориентировочной шкале оценки аэрогенных очагов загрязнения, состояние приземного слоя атмосферного воздуха в г. Томске в 2006 г. оценивается ниже среднего умеренно опасного уровня ($P_n = 250\text{--}450 \text{ мг/м}^2\text{сут}$; $Z_c = 64\text{--}128$).

Все оценочные показатели, такие как пылевая нагрузка, суммарный показатель загрязнения и коэффициенты концентрации, не достигают заданных пределов среднего умеренного опасного уровня загрязнения.

Ориентируясь на рекомендуемые геохимические показатели состояния снегового покрова и данные о притоке загрязнителей в 2006 г., общее санитарно-гигиеническое состояние атмосферы города можно считать благополучным. Наиболее запыленными районами города являются северные, северо-восточные и северо-западные, а также пространства, прилегающие к автодорогам, где загрязнение может достигать среднего умеренно опасного уровня. Наиболее чистыми районами города являются южные.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геохимия окружающей среды* / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
2. *Летувникас А.И.* Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учеб. пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
3. *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д.* Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоздат, 1985. 180 с.
4. *Летувникас А.И., Петров А.И.* Методические аспекты экогеохимических работ с использованием снежного покрова // Матер. конф. «Проблемы геологии и геохимии юга Сибири». Томск, 2000. С. 190–194.
5. *Иванов А.О.* Состояние приземного слоя атмосферного воздуха Обь-Томского междуречья по итогам снеговых съемок 2001–2005 гг. // Шестое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Матер. совещания / Под ред. М.В. Кабанова. Томск, 2005. С. 133–135.

Статья представлена кафедрой геохимии геолого-географического факультета Томского государственного университета, поступила в научную редакцию «Науки о Земле» 20 ноября 2006 г., принята к печати 27 ноября 2006 г.