

А.В. Таловская¹, Е.Г. Языков¹, М.В. Панченко², В.С. Козлов²

Мониторинг потоков аэрозольных выпадений в фоновых районах Томской области в зимний период 2006 и 2007 гг.

¹Томский политехнический университет

²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 23.01.2008 г.

Представлены результаты исследования пространственно-временной изменчивости потоков аэрозольных выпадений в зимний период 2006 и 2007 гг. для двух фоновых наблюдательных станций ИОА СО РАН — район Академгородка и полигон «Фоновый» (в 5 км от пос. Киреевск, расположенного в 60 км от г. Томска). Минерально-вещественный состав проб твердого осадка снега изучался с помощью электронного и бинокулярного микроскопов и рентгеноструктурного анализа. Инструментальный нейтронно-активационный анализ применялся для изучения геохимического состава проб. Также с января по апрель 2006 и 2007 гг. на аэрозольной станции ИОА СО РАН измерялись концентрации субмикронного аэрозоля и сажи в приземном слое воздуха. Выявлены незначимые различия минерально-вещественного и геохимического состава проб твердого осадка снега в пунктах измерений. Пробы, отобранные в 2007 г., по сравнению с 2006 г. характеризуются низкими значениями величин аэрозольных потоков, что объясняется температурным режимом и связанной с этим работой топливно-энергетического комплекса. Данные измерений на станции в Академгородке качественно согласуются с результатами геохимических исследований.

Томская область является многопрофильным промышленным регионом. Основные отрасли хозяйства области, топливная и лесная промышленность, черная и цветная металлургия, химическое и нефтехимическое производство, машиностроение и сельское хозяйство, а также транспорт формируют основное антропогенное воздействие на ее природные комплексы и урбанизированные территории. Область состоит из 16 районов, наиболее загрязненным из которых является Томский район, где сосредоточено свыше 30 промышленных предприятий различного назначения. Главенствующей розой ветров является юго-западное направление. Наиболее напряженными секторами района являются север-северо-восточный, юг-юго-западный, непосредственно прилегающие к г. Томску и находящиеся в 30-км зоне влияния Сибирского химического комбината [1, 2].

Снежный покров, являясь накопителем атмосферных выпадений в холодное время года, широко используется многими исследователями для изучения вещественного и химического состава загрязнителей, мощности их потока и дальности переноса. По опыту работы в Сибирском регионе пылеаэрозольные выпадения анализировались путем отбора проб снега [2–4].

В настоящей статье продолжены начатые в зимний период 2006 г. [9] исследования потоков аэрозольных выпадений, выполняемых с помощью геохимических методов, и пространственно-временной изменчивости распределения аэрозольных за-

грязнений на двух фоновых участках Томского региона.

Методика измерений и обработки данных

Отбор снега проводился на двух наблюдательных станциях ИОА — в районе Академгородка (восточная окраина г. Томска) и полигона «Фоновый» около пос. Киреевск (лесная зона в 60 км от города) на площадках размерами около 2 × 2 м. Для оценки потоков аэрозольных выпадений отбор проб снега на территории Академгородка выполнялся в январе, апреле 2006 г. и в марте 2007 г., а на территории полигона в пос. Киреевск в апреле 2006 г. и марте 2007 г. Пробы, отобранные в январе, характеризуют суммарные уровни аэрозольных загрязнений за период с ноября по январь, а полученные в марте и апреле — за полный зимний сезон.

Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполнялись с учетом методических рекомендаций, приводимых в [5–7] и в Руководстве по контролю загрязнения атмосферы [8].

Минерально-вещественный состав твердого осадка снега изучался с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа (МБС-9) на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. Дополнительно пробы, отобранные в апреле 2006 г., были проанализированы с помощью электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа в лабора-

тории Института минералогии и геохимии Университета Карлсруэ (Германия).

Все пробы были подвергнуты инструментальному нейтронно-активационному анализу для определения содержания (концентрации, мг/кг) 23 химических элементов в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

С помощью МБС-9 устанавливалось процентное соотношение всех природных и техногенных частиц методом сравнения [10] с эталонами. Рентгеноструктурный анализ позволил определить качественное содержание природных минералов в пробах. Изучение проб проводилось с помощью электронного микроскопа фирмы LEO 1530 Gemini (сейчас фирма «Карл Цейс Йена»). Для анализа пробы помещались в кювету с помощью токопроводящего клея и покрывались 10-нм слоем углерода. В каждой пробе было изучено от 10 до 11 типов частиц. Каждую анализируемую частицу фотографировали и регистрировали для нее спектр содержания химических элементов.

Данные аналитических измерений использовались согласно [6] для расчета величин пылевой нагрузки P_n [мг/(км²·сут) или кг/(км²·сут)], общей нагрузки $P_{\text{общ}}$ [мг/(м²·сут)], создаваемой поступлением каждого из химических элементов в окружающую среду, и коэффициента концентрации K_c . Величина K_c изучаемых элементов рассчитывалась относительно фоновых значений, ранее полученных для Томской области и приведенных в работах [3, 4]. Более подробное описание расчета данных величин было представлено нами в работе [9]. Для обработки аналитических данных также использовались статистические методы с применением программы Statistica 6.0.

Для анализа результатов снеговых измерений нами также использовались данные о массовой концентрации сухой основы субмикронного аэрозоля и сажи в приземном слое атмосферы за периоды с ноября 2005 г. по апрель 2006 г., а также с ноября 2006 г. по апрель 2007 г., полученные на аэрозольной станции ИОА СО РАН. Эти измерения позволяют судить о временной изменчивости характеристик аэрозоля и сажи в приземном слое воздуха за отмеченные временные интервалы. Отметим, что сажа в составе атмосферного аэрозоля, особенно в зимний период, в определенной степени характеризует уровень техногенной нагрузки на окружающую среду. Исследуемый субмикронный аэрозоль обладает большим временем жизни в атмосфере (несколько недель) и переносится воздушными массами на большие расстояния, участвуя в региональном масштабе в процессах осаждения на почву и снежные покровы.

Отметим, что результаты ранее выполненных нами в зимне-весенний период 2001 г. одновременных измерений концентраций аэрозоля и сажи на аэрозольной станции ИОА и на полигоне «Фоновый» показали, что измерения на аэрозольной станции по уровню аэрозольных концентраций близки к фоновым (для более 70% реализаций)

и тем самым информативны, в первую очередь, относительно динамики среднерегионального фонового состояния аэрозоля [11].

Результаты

Пылевая нагрузка

Результаты расчета пылевой нагрузки показывают, что в 2006 г. для проб Академгородка эта величина изменялась в пределах 20–40 мг/(м²·сут) в январе, среднее значение – 30 мг/(м²·сут), и 20–30 мг/(м²·сут) в апреле, среднее – 26 мг/(м²·сут), тогда как для проб пос. Киреевск – от 16 до 20 мг/(м²·сут) (апрель), среднее – 18 мг/(м²·сут). В марте 2007 г. величина пылевой нагрузки в пробах Академгородка изменялась от 17 до 37 мг/(м²·сут), при среднем значении 27,5 мг/(м²·сут), а в пробах пос. Киреевск – от 25 до 30 мг/(м²·сут), при среднем – 27 мг/(м²·сут). В целом, полученные значения пылевой нагрузки соответствуют сравнительно низкому уровню загрязнения [менее 250 мг/(м²·сут)] в соответствии с градацией, предложенной в работе [7]. Однако при сопоставлении этой нагрузки с фоновой для Томской области – 7 мг/(м²·сут), по данным [3], отмечается превышение пылевой нагрузки до 4 раз для Академгородка и в 2006 и в 2007 гг., тогда как для проб пос. Киреевск в 2 раза – в 2006 г. и в 4 раза – в 2007 г.

Минерально-вещественный состав

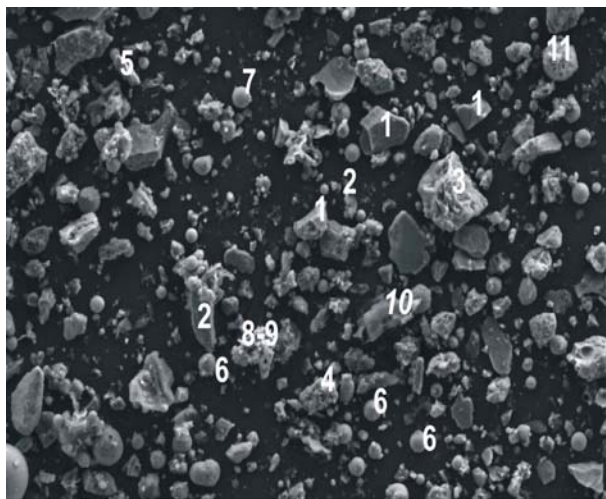
По результатам изучения минерально-вещественного состава с помощью бинокулярного микроскопа в пробах снега в Академгородке сохраняется преобладание техногенных частиц (муллит, ферромагнетит, сажа, шлак и др.) – 60–70% над природной составляющей (кварц, полевой шпат и др.) – 30–40%, тогда как в пробах, взятых в пос. Киреевск, наоборот, – частицы природного происхождения (70–75%) преобладают над техногенными образованиями (25–30%).

По данным электронной микроскопии в пробах, отобранных в районе Академгородка и пос. Киреевск в 2006 г., были также обнаружены частицы природного (кварц, полевой шпат, амфиболы, глинистые и биогенные частицы) и техногенного (Al–Si-гладкие сферы, сферулы, содержащие железо, пористые частицы пеплов, шлак, сажа и угольные частицы) происхождения (рис. 1).

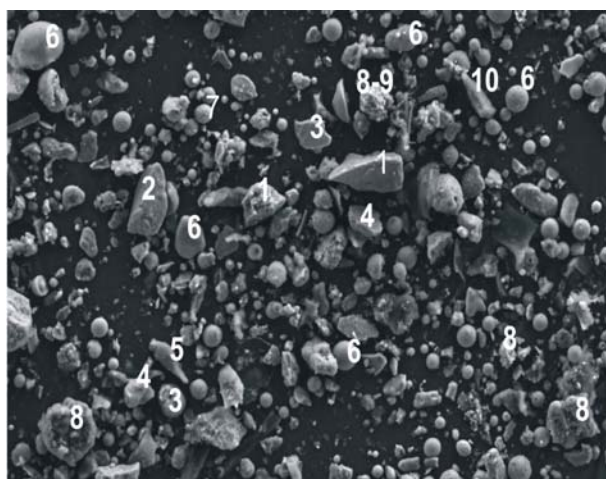
По данным рентгеноструктурного анализа в пробах, отобранных в Академгородке в апреле 2006 г., были определены следующие минералы: кварц, кристобалит, аморфный кварц, полевой шпат (альбит, K-содержащие полевые шпаты), доломит, каолинит, слюда, муллит, оксиды железа (гематит, магнетит, магнезиоферрит).

Такие минералы и частицы, как кристобалит, аморфный кварц, Al–Si-гладкие сферы, пористые частицы пеплов, сажа, шлак, угольные частицы и муллит, образуются при высоких температурах, и источниками их поступления могут служить

выбросы предприятий топливно-энергетического комплекса г. Томска (ГРЭС-2, ТЭЦ и др.) и локальные котельные, расположенные в поселках области. Источники поступления остальных минералов являются преимущественно природными, такие как эрозия берегов р. Томь, обнаженных склонов, а также дальний трансграничный перенос.



a



b

Рис. 1. Общий вид твердого осадка снега по результатам электронной микроскопии (увеличение 1000 \times): *a* – проба твердого осадка снега района Академгородка (разрешение 20 мк); *b* – проба твердого осадка снега района пос. Киреевск (разрешение 10 мк). Природные частицы (1–5): 1 – кварц, 2 – полевопшпатовый шпат (альбит), 3 – амфибол, 4 – каолинит, 5 – биогенные частицы; техногенные частицы (6–11): 6 – Al–Si-гладкие сферулы, 7 – сферулы, содержащие железо, 8 – шлак, 9 – сажа, 10 – угольные частицы, 11 – сферулы, содержащие муллит

Среди других источников поступления можно выделить предприятия стройиндустрии и поверхность домов. Источники поступления оксидов железа и сферул, содержащих железо, могут быть как природными, так и антропогенными, в частности расположенные на территории г. Томска предприятия машиностроения и металлообработки.

Геохимический состав

В таблице представлены результаты оценки распределения тяжелых металлов (Cr, Ba, Sr, Co), редких (Hf, Cs, Rb, Ta), редкоземельных (Sm, Lu, Yb, La, Sc, Tb), радиоактивных (U, Th), благородных (Au, Ag), макроэлементов (Na, Ca, Fe) и Bg по данным инструментального нейтронно-активационного анализа в районах исследования. Для проведения оценки различия содержаний химических элементов по двум фоновым полигонам применяли непараметрические критерии Манна–Уитни и Колмогорова–Смирнова различия выборок согласно работам [12, 13]. По результатам сравнения с помощью данных критериев можно отметить, что малозначимыми ($0,1 > p \geq 0,05$) являются различия средних содержаний химических элементов Eu, Sc, Cs и Hf, незначимыми ($p \geq 0,1$) – среднее содержание остальных элементов в пробах, отобранных в Академгородке в январе и апреле 2006 г. Отмечается тенденция к уменьшению содержания изучаемых элементов от января к апрелю. Сравнение средних содержаний элементов в пробах, отобранных в Академгородке в конце зимнего периода 2006 и 2007 гг., показало, что малозначимыми являются различия для Co, Ba, Lu, La, Ce, Eu, Tb, Yb, Rb, Hf, Ta, U, Th и Fe, тогда как для оставшихся элементов – незначимые различия.

Сравнение средних концентраций элементов в пробах, отобранных в пос. Киреевск в 2006 и 2007 гг., показало малозначимые различия для Co, Ba, Lu, La, Ce, Eu, Tb, Sc, U, Th, Fe, Bg и Au, тогда как для оставшихся элементов – незначимые различия.

Отметим, что для малозначимых различий систематически наблюдается небольшое превышение концентраций химических элементов в 2006 г. по сравнению с концентрациями в 2007 г. в обоих пунктах мониторинга.

Следует отметить, что аэрозоли изучаемых районов имеют выраженную урановую специализацию ($Th/U < 3$) согласно градации, приведенной в работе [4].

Общая нагрузка, создаваемая поступлением химических элементов, характеризуется низкими значениями в пробах пос. Киреевск по сравнению с значениями в пробах, отобранных в районе Академгородка.

Согласованные тенденции уменьшения концентрации химических элементов и общей нагрузки, создаваемой их поступлением, при переходе к весеннему сезону в 2006 г. обусловлены уменьшением интенсивности поступления загрязняющих компонентов по мере завершения отопительного периода (топливно-энергетический комплекс), а также сезонной изменчивостью температурного режима пограничного слоя атмосферы.

В целом, для изучаемых районов по результатам, представленным в таблице, построен геохимический ассоциативный ряд по убыванию коэффициента концентрации относительно фона [3, 4]. Как следует из данного ряда, содержания в пробах изучаемых элементов превышают фоновые показатели:

**Геохимический состав твердого осадка снега в наблюдательных фоновых станциях ИОА СО РАН
и величина пылевой нагрузки в зимний период 2006 г. и 2007 г.**

Химический элемент	Содержание, мг/кг					Общая нагрузка, мг/(км ² ·сут)				
	Академгородок			пос. Киреевск		Академгородок			пос. Киреевск	
	2006 г.		2007 г.	2006 г.	2007 г.	2006 г.		2007 г.	2006 г.	2007 г.
	январь	апрель	март	апрель	март	январь	апрель	март	апрель	март
Co	23,7	19,3	8,3	13,5	8,1	722,4	518,3	412,2	250,8	216,6
Sb	8,1	7,7	5,1	8,9	7,1	243,3	203,6	274,4	158,7	187
Cr	94,9	81,5	71,6	102,2	96,1	2789,8	2151,2	3601,5	1921	2556,3
Ba	1290	1030	653,2	716,7	522,2	38948	26765	33191,5	13243,3	14034,7
Sr	280	100	256,5	100	216,8	8452	2590	16478,9	1833,3	6201,7
Lu	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	13,2	10,6	12,6	7,4	7,6
La	38,9	35,1	21,3	30,6	22,1	1167,4	923,7	1065,9	556,6	593,4
Ce	75,5	64,2	38,4	52,1	37,4	2207	1692	1907,5	958,5	1007,1
Sm	5,8	6,0	3,7	5,1	4	175,4	159,8	183,5	92	108,7
Eu	1,7	1,2	0,6	1,0	0,6	51,0	31,4	28,4	19	17,3
Tb	1,0	0,8	0,4	0,7	0,5	29	20,6	20,8	13,1	14,5
Sc	12,3	10,2	6,2	9,0	6,9	365,3	269,2	311,3	165,5	185,5
Yb	3,2	2,9	1,7	2,4	2,1	93,9	76,1	83,8	44,2	57
Rb	58,0	49,7	34,3	49	36,8	1677,0	1276,4	1572	904,3	996,4
Cs	5	3,4	2,7	3,8	3,4	141,8	87,7	126,6	71,1	90,8
Hf	6,2	5,2	3,8	4,7	3,9	183,2	137	178,8	87,6	104,7
Ta	1,2	1,0	0,5	0,7	0,7	34,7	26,4	26,4	13,2	19,7
U	4,6	4,5	1,6	3,1	2,0	127	117,2	84,6	57,6	52,2
Th	11,4	8,5	5	6,8	4,6	319,8	221,7	247,2	125,1	123,3
Ca	1,1	1,1	1,2	1	0,9	34,6	30	49,3	18,6	23,1
Na	0,8	0,8	0,5	0,8	0,7	25,9	21,2	24,7	15,1	18,5
Fe	3,9	3,4	1,9	3,7	1,9	115,5	89,3	94,7	69,9	50,5
Br	6	6,7	4,8	8,3	4,7	180,3	171,4	210,6	149,4	129,6
Au	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1	3,4	2,9	3,8	12,8	2,4
Ag	1	1	1	1	1	29,8	25,9	44,4	18,3	26,7
Th/U	2,5	1,9	3,0	2,2	2,3					
P _n	30	26	27,5	18	26,7					

Примечание. Ca, Na, Fe – содержание, %; общая нагрузка, г/(км²·сут); P_n – пылевая нагрузка, мг/(м²·сут).

апрель 2006 г. – Академгородок – U₂₂–Yb₁₄–Tb₁₃–La₁₂–Sm₁₁–Ba_{10,3}–Ta_{10,2}–Ce₆–Lu_{5,4}–Na_{5,2}–Ag₄–Sb_{3,3}–Th₃–Hf_{2,4}–Br_{2,3}–Co_{1,9}–Fe_{1,8}; пос. Киреевск – U₁₆–Yb₁₂–Tb_{11,8}–La₁₁–Sm₉–Ta_{7,2}–Ba_{7,2}–Na_{5,4}–Lu_{5,4}–Ce₅–Ag₄–Sb_{3,9}–Au_{3,3}–Br₃–Th_{2,3}–Hf₂–Co_{1,3} [9]; март 2007 г. – Академгородок – Yb_{7,8}–U_{7,4}–La₇–Tb_{6,6}–Ba_{5,9}–Sm_{5,8}–Ta_{4,6}–Ag₄–Ce_{3,4}–Lu_{3,2}–Na_{2,7}–As₂–Sb_{1,9}–Sr_{1,7}–Hf_{1,7}–Br_{1,7}–Th_{1,6}; пос. Киреевск – Yb_{10,6}–U_{9,8}–Tb₉–La_{7,9}–Ta_{7,3}–Sm_{7,1}–Ba_{5,2}–Na_{4,7}–Ag₄–Lu_{3,8}–Ce_{3,6}–Sb_{3,1}–Sr_{2,2}–As₂–Hf_{1,8}–Br_{1,6}–Th_{1,6}.

Для оценки сходства результатов, полученных в фоновых районах, был выполнен кластер-анализ. Его задача сводится к разбиению множества химических элементов на группы, в которые объединяются элементы с наивысшими мерами сходства парных коэффициентов корреляции Пирсона *r* [12, 13]. По результатам построения корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в твердом осадке снегового покрова выделяются следующие ассоциации элементов со значимыми положительными коэффициентами: апрель 2006 г. Академгородок – La–Lu, Eu–Sm, Br–Rb, Yb–Ba

и благородные металлы (Ag, Au) с радиоактивными элементами (U, Th); апрель 2006 г. – пос. Киреевск – Sm–Sb, Eu–Ba, Na–Co [9]; март 2007 г. – Академгородок – Sr–Sb, Au–Na–Eu–Ba, Ta–Cr, Hf–Sm; март 2007 г. – пос. Киреевск – Au–Cr, Eu–Sb, Br–Cs–La, Na–Sr. Как следует из данных ассоциаций, геохимические спектры элементов в твердом осадке снега пунктов исследования различаются как между собой в один период наблюдения, так и по годам, что характеризует специфику каждого фонового района исследования.

Источниками поступления редких, редкоземельных и радиоактивных элементов можно считать выбросы тепловых электростанций гг. Томска и Северска, использующих в своем процессе уголь, который обогащен этими элементами, как следует из данных, представленных в работе [14]. Тяжелые и благородные металлы, железо могут поступать в окружающую среду с выбросами предприятий машиностроения и металлообработки, расположенных на территории г. Томска. Большинство природных минералов содержат в своем составе

благородные металлы, кальций, натрий и железо, но антропогенными источниками поступления кальция и натрия могут служить поверхности домов и предприятия стройиндустрии.

Зимние концентрации субмикронного аэрозоля и сажи в атмосфере

Рис. 2 иллюстрирует по данным измерений на аэрозольной станции ИОА временной ход среднесуточных концентраций сухой основы субмикронного аэрозоля и сажи в приземном слое за период, соответствующий времени накопления загрязнений в анализируемых снеговых пробах, т.е. с ноября 2005 г. по апрель 2006 г. (кривые 1) и с ноября 2006 г. по апрель 2007 г. (кривые 2).

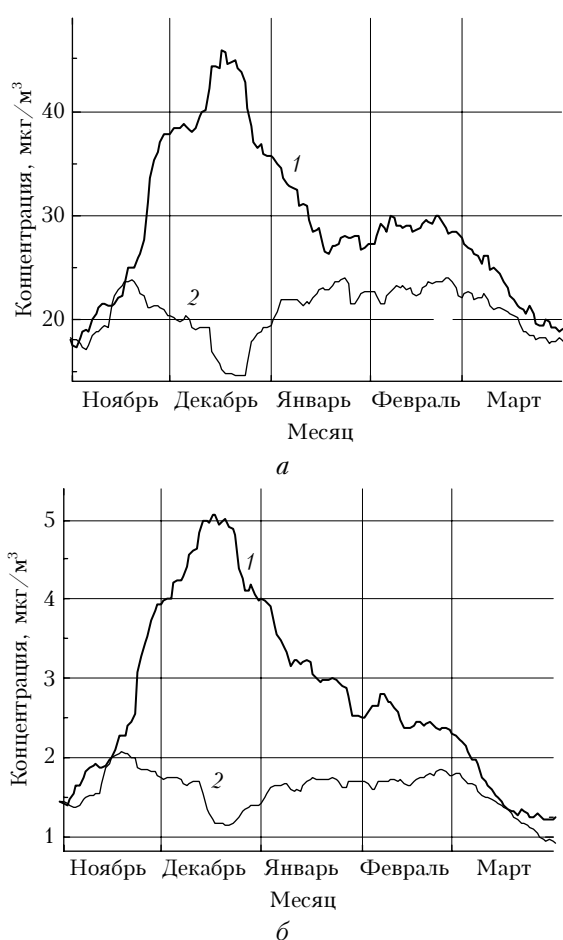


Рис. 2. Временные ходы массовых концентраций аэрозоля (а) и сажи (б) в зимние периоды 2005/06 г. (кривые 1) и 2006/07 г. (кривые 2)

Из рис. 2, на котором данные приведены с 30-суточным плавным усреднением, видно, что наблюдаются качественные и количественные отличия временных разверток для двух зимних периодов. Так, временной ход аэрозольных характеристик в 2005/06 г. (кривые 1) в период снегонакопления содержит выраженные зимние максимумы, что соответствует установленной нами по результатам

многолетних измерений типичной форме годового хода концентраций аэрозоля и сажи в приземном слое [15]. Однако в 2006/07 г. (кривые 2) зимние максимумы выражены слабо. Кроме того, концентрации аэрозольных характеристик в первый зимний период для всех месяцев регулярно превышают значения, соответствующие второй зиме. Наибольшие различия наблюдаются в декабре — в среднем в 3 раза для аэрозоля (рис. 2,а) и в 4,4 раза для сажи (рис. 2,б). Как видно из рис. 2, различия абсолютных значений концентраций снижаются по мере перехода от января к апрелю.

Так, в начале января различия концентраций составляют в среднем 33,6–22 мкг/м³ для аэрозоля и 3,6–1,6 мкг/м³ для сажи. Соответствующие различия концентраций в начале марта снижаются до 27–22 и 2,3–1,7 мкг/м³. Таким образом, в зимний период 2005/06 г. наблюдался систематически более высокий уровень концентраций аэрозоля и сажи по сравнению с аналогичным периодом 2006–2007 гг., что согласуется с приведенными в таблице данными о величине пылевой нагрузки по результатам снеговых измерений.

Заключение

В целом, по данным минералого-геохимических наблюдений в зимние периоды 2006 и 2007 гг. на двух фоновых наблюдательных станциях ИОА СО РАН, можно отметить, что сохраняется преобладание частиц техногенного происхождения над природными образованиями в пробах твердого осадка снега района Академгородка, а в пробах пос. Киреевск — преобладание природной составляющей над техногенной. Основным источником поступления техногенных частиц являются выбросы топливно-энергетического комплекса, а природных образований — эрозия берегов рр. Томь и Обь и обнаженных склонов. Величина пылевой нагрузки характеризуется повышенными значениями для района Академгородка по сравнению с пылевой нагрузкой пос. Киреевск, и данная тенденция сохраняется в течение всего периода наблюдения. Содержание химических элементов и общая нагрузка каждого из отдельных элементов отличаются малозначимо или незначимо. Данная закономерность отмечена для двух пунктов измерений за время наблюдения, т.е. сохраняется тенденция поступления элементов с аэрозольными выпадениями от промышленных и природных источников.

Уменьшение величин потоков аэрозольных выпадений в снег в 2007 г. по сравнению с соответствующими потоками в 2006 г. в районах исследования обусловлено уменьшением интенсивности поступления загрязняющих компонентов от топливно-энергетического комплекса, а также межгодовой изменчивостью температурного режима пограничного слоя атмосферы. По данным метеостанции, зимний период 2007 г. был теплее по сравнению с соответствующим периодом 2006 г., что, естественно, находит отражение в работе городских и поселковых котельных и проявляется в опреде-

ленном уменьшении интенсивности выбросов аэрозольных загрязнений.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ИОА СО РАН В.В. Польшину и А.Б. Тихомирову за помощь в заборе проб снега в марте 2007 г., Е.П. Яушевой за обработку полученных на аэрозольной станции данных по массовой концентрации аэрозоля и сажи.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-05-64393.

1. *Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2002 году* / Ред. А.М. Адам. Управление охраны окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода» адм. Томской области. Томск: Дельта-план, 2003. 156 с.
2. *Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения* / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих, Н.В. Барановская, В.Т. Волков, Н.Н. Волкова, В.В. Архангельский, Т.А. Архангельская, О.А. Денисова, А.Ю. Шатилов, Е.П. Янкович. Томск: Изд-во ИП Серкова Т.И., 2006. 216 с.
3. *Шатилов А.Ю.* Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 2001. 22 с.
4. *Язиков Е.Г.* Экогеохимия урбанизированных территорий юга западной Сибири: Дис. ... докт. геол.-мин. наук. Томск, 2006. 420 с.
5. *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Ф.* Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеониздат, 1985. 185 с.

Talovskaya A.V., Yazikov E.G., Panchenko M.V., Kozlov V.S. **Monitoring of aerosol fallouts at background areas of the Tomsk region in wintertime of 2006–2007.**

Investigation results on spatial-temporal variability of aerosol fallout flows in winter period 2006–2007 for two background observation stations of IAO SB RAS (Akademgorodok and the Kireevsk village, 60 km from the city) are presented. Stereoscopic binocular and electron microscopic methods, as well as X-ray diffraction and instrumental neutron-activating analysis were used in studying the mineral-matter and geochemical composition in samples of snow solid precipitates. From January to April of 2006 and 2007, the concentration of sub-micron aerosol and soot in the ground air layer was investigated at the IOA SB RAS aerosol station. Insignificant differences in mineral-matter and geochemical compositions of the samples was noted. Samples of 2007 year are characterized by lower aerosol flows as compared to 2006, which is explained by the air temperature and the corresponding power efficiency of the Thermal Power Station. Measurements in Akademgorodok agree qualitatively with results of geochemical investigations.

6. *Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами.* М.: ИМГРЭ, 1982. 111 с.
7. *Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П., Смирнова Р.С.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
8. *Руководство по контролю загрязнения атмосферы.* РД 52.04.186 № 2932–83. М.: Госкомгидромет, 1991. 693 с.
9. *Таловская А.В., Язиков Е.Г., Панченко М.В., Козлов В.С.* Мониторинг потоков аэрозольных выпадений в фоновых районах Томской области // *Оптика атмосф. и океана.* 2007. Т. 20. № 6. С. 517–523.
10. *Вахромеев С.А.* Руководство по минералографии. М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. С. 178–181.
11. *Панченко М.В., Козлов В.С., Тертугова С.А., Польшин В.В., Яушева Е.П.* Об изменчивости содержания аэрозоля, сажи и параметра конденсационной активности частиц в городских и фоновых условиях в весенний период года // VIII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири». Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2001. С. 18–19.
12. *Боровиков В.П.* Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
13. *Статистический анализ эколого-геохимической информации: Уч. пособие* / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков, В.В. Ершов. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 235 с.
14. *Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А., Рихванов Л.П.* Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. Томск: ТГПУ; Кемерово: Изд-во КПК, 2000. 246 с.
15. *Козлов В.С., Панченко М.В., Яушева Е.П.* Относительное содержание сажи в субмикронном аэрозоле как индикатор влияния дымов удаленных лесных пожаров // *Оптика атмосф. и океана.* 2006. Т. 19. № 6. С. 484–491.