

АЭРОЗОЛИ СИБИРИ

УДК 551.506:551.510.04+551.578.1

**Б.С. Смоляков, К.П. Куценогий, Л.А. Павлюк, С.Н. Филимонова, А.И. Смирнова,
В.И. Макаров, Н.В. Прийдак**

МОНИТОРИНГ ИОННОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ И ОСАДКОВ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В 1994–1997 гг.

Данные по ионному составу атмосферных аэрозолей (ИСАА) и свежевыпавших осадков (ИСАР), полученные для трех точек наблюдений в Новосибирской области в зимний и летний периоды 1994–1997 гг., обсуждаются с позиций стехиометрического состава и статистического факторного анализа. Региональной особенностью ИСАА и ИСАР является высокая доля вклада терригенных источников их формирования. Высказано предположение о том, что причиной этой особенности является атмосферный перенос терригенных солей из Северного Казахстана, Аральского и Каспийского морей.

Введение

Исследование пространственной и временной динамики химического состава компонентов атмосферы представляет интерес для изучения региональных факторов их генерации, трансформации, переноса и стока. Данные по ионному составу водорастворимой части аэрозолей (ИСАА) и мокрых осадков (ИСАР) позволяют выявить вклады газофазных и эрозионных составляющих в процессах их формирования на основе учета соотношения ионов атмосферных и литофильных элементов. Эти данные имеют и самостоятельное значение в связи с проблемой «кислотных дождей», причиной которых является дефицит катионов, нейтрализующих анионы, генерируемые в атмосфере из газовой фазы или поступившие с летучими кислотами с наземной поверхности [1–3].

Совместное изучение ИСАА и ИСАР в одних и тех же пунктах наблюдений расширяет возможности анализа факторов формирования, переноса и стока компонентов атмосферы. Организация таких наблюдений в регионе Сибири – одна из задач комплексного проекта «Аэрозоли Сибири» [4]. Полученные нами в 1994–1996 гг. данные показывают, что на юге Западной Сибири ИСАА и ИСАР отличаются повышенной долей литофильных элементов, что может быть следствием дальнего воздушного переноса солей наземного происхождения [5–7]. В 1997 г. эти наблюдения были продолжены; в совокупности с ранее полученными они позволяют обобщить данные за достаточно продолжительный период.

Методика работы

Наблюдения ИСАА и ИСАР осуществлялись в следующих пунктах: точка 1 – 30 км ЮЮВ от Новосибирска, 57°50' с.ш., 83°10' в.д., лесостепная зона; точка 2 – 80 км ЮЮЗ от Новосибирска, 57°30' с.ш., 82°50' в.д., лесная зона; точка 3 – вблизи г. Карасук, 53°45' с.ш., 78°05' в.д., степная зона.

В свежевыпавших пробах дождевых и снеговых (после оттаивания) осадков измеряли рН и удельную электропроводность χ , а также концентрацию ионов NH_4^+ , Na^+ , K^+ , F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} (методом ионной хроматографии), суммы $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ и HCO_3^- (методом кондуктометрического титрования). С учетом концентрации H^+ , которую вычисляли из рН, проверяли баланс между суммой эквивалентов катионов, ΣCat , и анионов, ΣAn , и соответствие между измеренным и вычисленным значением χ . Эти процедуры позволяли оценить не только погрешность отдельных аналитических определений, но и полноту данных по ионному составу проб. Как правило, расхождение между сопоставляемыми величинами не превышало 10%, что свидетельствует об отсутствии в пробах иных ионов в значимом количестве.

Отбор свежевыпавших проб снега осуществляли в точке 1, дождя – в точке 2; для точки 3 мы располагали лишь пробой снега, отобранной к концу зимы.

Ежесуточный отбор приземного аэрозоля в точках 1–3 в зимний и летний периоды выполняли на фильтры АФА–ХА при объемной скорости прокачки воздуха 13 м³/ч. Массу аэрозольных частиц M находили по разности веса фильтра до и после экспонирования и относили ее к содержанию в 1 м³ воздуха. Часть экспонированного фильтра помещали в контейнер с 10 мл деминерализованной воды на сутки, после чего фильтрат анализировали теми же методами, что и мокрые осадки.

Результаты и их обсуждение

Усредненные данные наблюдений ИСАР в точках 1–3 в зимний и летний периоды 1994–1997 гг. представлены в табл. 1 в виде доли эквивалента данного иона относительно ΣCat и ΣAn соответственно; здесь же приведены величины рН и общей минерализации $\Sigma\Sigma$. Долевое распределение эквивалентов ионов непосредственно указывает на стехиометриче-

ские их соотношения в осадках и не зависит от абсолютных концентраций. Это позволяет сопоставлять ионный состав не только мокрых осадков в разных условиях их формирования, но и сравнивать ИСАА и ИСАР между собой, хотя исходные данные по концентрациям ионов нормированы к разным единицам измерений (экв/м³ воздуха для аэрозолей и экв/л для мокрых осадков).

Суммарная минерализация $\Sigma\Sigma$ дождевых вод в точке 2 в 1997 г. оказалась примерно вдвое выше, чем в 1994–1996 гг., что, видимо, объясняется малым количеством выпавших осадков. В зимних осадках эта величина была несколько выше, чем летом, хотя для точки 3, удаленной от точек 1 и 2 примерно на 500 км, в 1996–1997 гг. отмечена самая низкая минерализация мокрых выпадений. Можно полагать, что данные по ИСАР для точек 2 и 3 отражают региональный фоновый уровень.

Средняя кислотность осадков зимой и летом близка к расчетной для равновесия дистиллированной воды с воздухом при фоновом уровне содержания газообразных аммиака, диоксидов углерода и серы (рН = 5,8 [1]). Это означает, что в период наблюдений в регионе отсутствовали постоянно действующие факторы закисления или защелачивания осадков, природного или антропогенного характера. Однако нейтрализующий эффект катионов обеспечивался не только аммиаком, но и в значительной мере катионами лито-

фильных элементов. Действительно, по данным табл. 1 их доля превышает вклад NH_4^+ , в зимний период даже в большей степени, чем летом. При этом в составе анионов сульфаты не являются доминирующими и их вклад примерно одинаков для дождей и снегов.

Эти результаты отличаются от данных для других регионов. В [3] отмечается прямая связь между кислотностью и концентрацией сульфатов в осадках, установленная рядом исследователей в Западной Европе, европейской части России, США, Канаде, а также факт уменьшения этой зависимости для снежных выпадений. На юге Западной Сибири, как видно из наших данных, такая зависимость не проявляется, по-видимому, это региональная особенность факторов формирования ИСАР. Другая особенность – высокая доля хлоридов в составе анионов, увеличивающаяся в зимних осадках. Принято считать, что хлоридный компонент в осадках почти полностью имеет морское происхождение и по мере удаления в глубь континентов его вклад быстро уменьшается [1]. Следовательно, источник хлоридов в мокрых выпадениях в Новосибирской области должен иметь иное происхождение. Поскольку их вклад остается высоким для точек наблюдений, удаленных более чем на 500 км, и проявляется постоянно, вряд ли их источником является антропогенная деятельность; более вероятно действие наземного природного фактора, имеющего региональный характер.

Таблица 1

Усредненные данные для ИСАР в точках 1–3 в летний и зимний периоды

Точка, период	$\Sigma\Sigma$, мг/л	рН	ΣCat , мкмоль/л	ΣAn , мкмоль/л	% эквивалентов									
					NH_4^+	H^+	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	Na^+	K^+	HCO_3^-	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Лето														
2, 14.06–25.09.94	7,8	5,58	109	105	33,5	6,1	16,4	31,2	12,8	21,9	2,9	23,6	16,2	35,0
2, 16.06–18.09.95	7,8	5,25	121	108	41,9	6,4	18,1	21,5	12,1	11,7	1,9	22,0	16,0	47,4
2, 24.06–24.09.96	8,3	5,44	119	113	35,0	5,4	38,1	13,2	8,6	29,1	3,4	14,2	17,1	36,2
2, 27.06–19.09.97	16,0	5,79	230	220	37,3	2,0	35,7	15,2	9,8	40,3	3,1	12,4	16,4	27,9
Зима														
1, 21.11.94–15.03.95	11,3	5,76	167	164	43,2	1,1	10,1	43,2	3,4	13,5	4,1	32,6	23,1	26,7
1, 25.10.95–28.04.96	11,9	5,72	181	171	10,5	1,1	55,2	26,6	6,6	18,9	2,7	28,6	16,2	33,8
1, 20.10.96–14.03.97	9,2	5,50	172	159	16,9	3,6	61,6	12,4	5,2	15,4	8,8	18,2	24,4	33,1
3, 20.10.96–15.02.97	7,0	6,03	95	82	22,9	1,0	51,0	16,7	8,3	34,6	4,9	19,8	21,0	19,8

Таким образом, стехиометрический состав атмосферных осадков в Новосибирской области определяется примерно равным соотношением гидрокарбонатов, хлоридов, нитратов и сульфатов, значительная часть которых нейтрализована катионами литофильных элементов терригенного происхождения. В этой связи представляет интерес сопоставление стехиометрического состава осадков и аэрозолей в синхронных по месту и времени наблюдениях. Данные по ИСАА представлены в табл. 2 в форме, аналогичной табл. 1; здесь $\Sigma\Sigma$ обозначает суммарную минерализацию водорастворимой части аэрозольных частиц, мкг/м³; W – ее долю в общей массе, %; ΣCat и ΣAn выражены в нг-экв/м³.

Массовая концентрация аэрозольных частиц и водорастворимой фракции летом ниже, чем зимой, что объясняет более высокую минерализацию снега относительно дождей. Самые низкие значения $\Sigma\Sigma$ (2,00–2,21), регистрируемые в точке 2, сопоставимы с величиной 1,13 мкг/м³ по данным [8], полученным в летний период для высокогорной станции Монды на юге Восточной Сибири, отражающей, по мнению авторов, глобальный аэрозольный фон. Можно полагать, что данные по ИСАА для точки 2 представляют региональный аэрозольный фон для юга Западной Сибири.

Самые высокие значения $\Sigma\Sigma$ и W зарегистрированы в точке 3 зимой 1997 г. Это не согласуется с низким уровнем минерализации снега в той же точке (см.

табл. 1) и не находит иного объяснения, как влияние локального источника аэрозольных частиц.

Как и в мокрых осадках, в катионный состав ИСАА значительный вклад вносят литофильные элементы, особенно летом. Более глубокие отличия можно видеть при сопоставлении данных табл. 1 и 2 по анионному составу: доля хлоридов в ИСАА резко падает (особенно зимой), а сульфатов – растет.

Если в ИСАР сульфаты, хлориды и гидрокарбонаты представлены примерно равными долями, то в ИСАА доминируют сульфаты. При этом важно подчеркнуть, что значительная их часть связана не с атмосферным аммонием, как это характерно для типичных континентальных регионов [1–3], а с литофильными кальцием, магнием и натрием.

Таблица 2

Усредненные данные для ИСАА в точках 1–3 в летний и зимний периоды

Точка, период	$\Sigma\Sigma$	W	ΣCat , мкмоль/л	ΣAn , мкмоль/л	NH_4^+	H^+	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	Na^+	K^+	HCO_3^-	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Лето														
1, 18.08–02.09.95	4,09	9,1	65	60	21,0	0	47,7	24,3	7,0	0	1,7	12,2	6,6	79,6
2, 21.08–07.09.95	3,51	9,1	58	54	12,0	0	35,7	48,9	3,3	–	3,0	4,7	16,2	76,2
1, 05–30.06.96	2,53	3,4	42	36	16,2	0	61,4	12,3	10,0	–	6,0	12,6	13,8	67,7
2, 07–28.07.96	2,00	6,9	32	29	43,3	2,0	36,2	11,4	7,1	0	5,6	8,0	4,7	81,8
1, 14.06–14.07.97	4,14	7,3	49	44	14,2	1	69,0	8,8	7,0	31,7	2,8	4,4	11,6	49,5
2, 14–31.07.97	2,21	6,0	35	33	31,6	2,9	44,8	14,8	5,8	5,4	10,0	4,7	10,6	69,3
3, 20.06–19.07.97	4,28	7,1	59	55	30,0	9,8	42,1	9,4	8,7	10,2	4,2	4,7	10,0	70,9
Зима														
1, 29.11–28.12.95	5,80	18,7	83	82	11,8	0	36,7	46,3	5,2	–	1,8	4,2	14,6	78,5
1, 22.10–26.11.96	5,65	–	78	85	37,3	0,6	45,2	11,9	4,8	1	4,4	3,0	15,7	75,9
1, 11.02–12.03.97	7,05	22,2	105	129	48,7	8,5	30,4	8,5	4,2	2,1	2,2	1,0	12,8	81,9
3, 19.02–20.03.97	8,00	31,6	110	119	63,7	3,8	21,7	6,5	4,3	1,8	0,7	0,9	16,0	80,6

Таблица 3

Данные статистического факторного анализа ИСАА и ИСАР в точках 1–3

Ионный состав	ИСАР						ИСАА									
	Т. 2, 24.06–24.09.96 N=34				Т. 2, 27.06–19.09.97 N=23		Т. 2, 07–28.07.96 N=21			Т. 1, 14.06–14.07.97 N=27			Т. 3, 21.06–19.07.97 N=24			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
Лето																
NH_4^+	0,471	0,389	0,130	0,715	0,853	0,172	–0,151	–0,896	–0,120	0,801	–0,439	–0,020	0,904	0,035	–0,021	
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	0,898	0,305	0,149	0,113	0,188	0,952	0,723	0,474	0,318	0,509	0,205	0,775	0,792	–0,305	0,412	
Na^+	0,590	0,025	0,095	0,678	0,916	0,253	0,847	–0,324	–0,171	–0,203	0,920	–0,110	0,055	0,002	0,845	
K^+	0,031	0,196	0,169	0,898	0,829	0,463	–0,104	–0,235	0,846	0,831	0,118	0,168	0,551	0,140	0,726	
H^+	–0,478	–0,198	–0,583	–0,137	–0,136	–0,409	–	–	–	–	–	–	–0,133	0,891	0,145	
HCO_3^-	0,932	0,058	0,162	0,079	–0,016	0,896	–	–	–	0,043	–0,053	0,949	–	–	–	
F^-	–0,020	–0,030	0,927	0,134	0,832	–0,097	0,893	0,160	0,095	–	–	–	0,201	–0,208	0,614	
Cl^-	0,781	–0,010	–0,102	0,434	0,910	0,217	0,861	0,350	0,009	0,258	0,772	0,266	–0,030	–0,834	0,336	
NO_3^-	0,350	0,767	0,429	0,037	0,668	0,600	0,292	0,422	0,586	0,600	0,252	0,495	0,609	–0,158	0,603	
SO_4^{2-}	0,000	0,911	–0,153	0,322	0,634	0,598	–0,053	–0,916	0,252	0,937	0,008	0,271	0,916	–0,045	0,334	
Факт.доля	0,253	0,183	0,225	0,138	0,468	0,296	0,286	0,282	0,173	0,367	0,220	0,241	0,335	0,186	0,266	
Зима																
Ионный состав	ИСАР				ИСАА		ИСАА				ИСАА					
	Т. 1, 25.10.95–28.04.96 N=22		Т. 1, 20.10.96–14.03.97 N=34		Т. 1, 29.11–28.12.95 N=22		Т. 1, 22.10–26.11.96 N=32			Т. 1, 11.02–12.03.97 N=30				Т. 3, 19.02–20.03.97 N=30		
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3
NH_4^+	0,228	–0,885	0,786	0,365	0,904	–0,087	0,909	0,146	–0,170	–0,630	0,718	–0,140	0,101	0,200	0,949	–0,081
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	0,928	0,265	0,775	–0,099	0,173	0,737	0,122	0,818	0,048	0,186	0,084	0,166	0,918	0,829	0,108	0,372
Na^+	0,363	0,766	0,537	0,296	–0,310	0,599	–0,286	0,278	0,855	0,335	0,248	0,662	0,132	0,311	0,093	0,662
K^+	0,721	–0,017	0,777	0,266	0,169	0,792	–0,142	0,847	0,64	0,115	0,631	0,502	0,075	0,538	0,690	0,109
H^+	–	–	0,279	–0,749	–	–	0,903	0,042	–0,011	–0,773	–0,265	0,361	–0,264	–0,719	0,561	–0,158
HCO_3^-	0,714	0,257	0,254	0,779	–	–	–0,536	0,080	0,009	0,835	0,047	0,142	0,110	–	–	–
F^-	0,709	0,097	0,344	0,562	0,724	0,322	0,256	0,692	0,115	–0,085	0,013	0,762	0,298	–0,006	–0,100	0,714
Cl^-	0,395	0,691	0,823	0,318	0,867	–0,311	0,014	0,022	0,962	0,849	0,131	0,166	0,132	0,161	0,063	0,775
NO_3^-	0,846	0,061	0,773	–0,492	0,838	0,360	0,045	0,874	0,092	0,216	0,904	0,128	0,061	0,896	0,261	0,074
SO_4^{2-}	0,885	0,200	0,768	–0,073	0,019	0,824	0,866	0,288	–0,136	–0,769	0,168	–0,103	0,504	–0,082	0,936	0,079
Факт.доля	0,465	0,226	0,423	0,213	0,369	0,318	0,286	0,282	0,173	0,322	0,192	0,152	0,133	0,274	0,297	0,194

Дополнительную информацию о факторах формирования ИСАА и ИСАР можно получить из данных статистического факторного анализа изменчивости концентраций ионов в дискретных пробах в каждой серии наблюдений. Часть этих данных представлена в табл. 3 в виде значений факторной нагрузки каждого иона (жирным шрифтом выделены значения выше 0,69) и доли каждого фактора в общей вариабельности параметров. Здесь же указано количество N дискретных проб, для которых выполнялся статистический анализ. Высокая корреляция изменчивости концентрации тех или иных ионов в едином факторе (кластере) отвечает общности их источника в ИСАА или ИСАР. Выделяют «кислотный» фактор (ассоциация в общем кластере высоких значений нагрузки для H^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-), «морской» фактор (комбинация ионов Na^+ , Mg^{2+} и Cl^-), «почвенно-эрозионный» (комбинация ионов литофильных элементов); ассоциацию SO_4^{2-} , NO_3^- и NH_4^+ при низкой корреляции с изменчивостью H^+ относят к действию «хорошо состарившегося аэрозоля» [9].

По данным, представленным в табл. 3, в регионе наших наблюдений действие этих факторов проявляется в разных сочетаниях. В отдельных сериях наблюдений выделяется действие «кислотного» фактора. Об этом свидетельствует корреляция в $F1$ изменчивости H^+ , SO_4^{2-} , NH_4^+ в точке 1 в период 22.10–26.11.96 г., H^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- и Cl^- там же в период 11.02–12.03.97 г. Некислотный фактор газофазного формирования аэрозольных частиц (корреляция SO_4^{2-} , NO_3^- и NH_4^+) как $F2$ заметен для точек 1 и 3 в феврале–марте 1997 г. Терригенные источники (корреляция изменчивости концентрации Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ с HCO_3^- и Cl^-) оказались наиболее значимыми в летних наблюдениях ИСАА и ИСАР в точке 2 в 1996 г. «Морской» фактор (высокая корреляция между Na^+ и Cl^-) в некоторых ситуациях выделяется как самостоятельный кластер, причем как в зимний, так и летний периоды (ИСАА, точка 1, 14.06–14.07.97 г., 22.10–26.11.97 г.).

В ряде серий наблюдений (особенно для ИСАР) проявляется совместное действие газофазных и терригенных источников. Это приводит к формированию общего кластера $F1$ для аммония и литофильных катионов в сочетании с нитратом и сульфатом (ИСАР в точке 2 летом 1997 г., в точке 1 зимой 1996–1997 гг., ИСАА в точке 3 летом 1997 г.). Можно полагать, что такое наложение разных источников веществ в симбатной изменчивости ИСАА и ИСАР отражает эффект быстрой нейтрализации газофазных компонентов атмосферы солями, вынесенными с наземной поверхности. Обращает на себя внимание и наличие «морского» фактора в сложных кластерах с симбатной изменчивостью атмофильных и терригенных источников как в зимний, так и в летний периоды (ИСАР в точке 1 зимой 1995–1996 гг., в точке 2 летом 1997 г.).

Таким образом, данные статистического факторного анализа также свидетельствуют о значимом вкладе терригенных источников в формирование химического состава компонентов атмосферы в Новосибирской области. Своеобразие этих источников заключается в том, что они появляются не только в летний период, но и зимой, а также в их химическом составе. Высокая доля натрия и хлорида в стехиометрическом составе ИСАР и проявление «морского» фактора в вариабельности ИСАА и ИСАР указывают на специфический характер терригенных источников, не характерный для типичных континентальных районов других регионов. Ранее [5–7] мы высказывали предположение о влиянии атмосферного переноса солей наземного происхождения из регионов Северного Казахстана, Аральского и Каспийского морей в стоке аэрозоля на юге Западной Сибири. Обобщение материалов натуральных наблюдений, выполненных в 1994–1997 гг. с использованием статистического анализа экспериментальных данных, подтверждает это предположение.

Заключение

Организация систематических наблюдений ионного состава атмосферных осадков и аэрозолей в обширном регионе Сибири позволяет восполнить недостаток информации о вещественном обмене в системе «атмосфера–поверхность», о факторах генерации, трансформации, переноса и стока компонентов атмосферы. Комплексные исследования ИСАА и ИСАР проведены нами в 1994–1997 гг. в нескольких точках Новосибирской области, которые расположены на достаточном удалении от воздействия локальных техногенных источников и друг от друга. Сопоставление массовой концентрации аэрозолей и общей минерализации мокрых осадков с данными для других регионов позволяет полагать, что выбранные точки отражают региональный аэрозольный фон для юга Западной Сибири.

Стехиометрические соотношения молярных концентраций ионов и данные статистического факторного анализа показывают наличие региональных особенностей ИСАА и ИСАР, проявляющиеся высокой долей вклада терригенных источников не только в летний, но и в зимний периоды, когда местные наземные источники изолированы снежным покровом. Газофазные процессы генерации ИСАА дополняются реакциями нейтрализации с катионами солей из наземных источников, что приводит к отсутствию закисления мокрых выпадений. Отмечено различие ионного состава аэрозольных частиц и мокрых осадков, наиболее заметное по соотношению хлорида и сульфата. Эти региональные особенности ИСАА и ИСАР могут быть следствием атмосферного переноса терригенных солей из регионов, расположенных к юго-западу от Новосибирской области. Для даль-

нейшей проверки этого вывода было бы полезно сочетать наблюдения химического состава компонентов атмосферы с данными о динамике переноса воздушных масс.

1. Бримблкомб П. Состав и химия атмосферы. М.: Мир, 1988. 351 с.
2. *Acidic Precipitations. Formation and Impact on Terrestrial Ecosystems* / Ed. by Brandt. VDI-Kommission. Dusseldorf, 1987. 281 p.
3. Израэль Ю.А., Назаров Н.М., Прессман А.Я., Ровинский Ф.Я., Рябошапка А.Г. Кислотные дожди. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 256 с.

4. Куценогий К.П. // Оптика атмосферы и океана. 1994. Т. 7. № 8. С. 1815–1819.
5. Смоляков Б.С., Павлюк Л.А., Немировский А.М. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. № 6. С. 773–779.
6. Смоляков Б.С., Павлюк Л.А., Куценогий К.П. и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. Т. 5. № 2. С. 193–200.
7. Смоляков Б.С., Павлюк Л.А., Куценогий К.П. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1997. Т. 10. № 6. С. 656–663.
8. Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Оболкин В.А. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1997. Т. 10. № 6. С. 650–655.
9. Sievering H. // *Atm. Environment*. 1987. V. 21. № 12. P. 2525–2530.

Институт неорганической химии,
Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск

Поступила в редакцию
4 февраля 1998 г.

B.S. Smolyakov, K.P. Koutzenogii, L.A. Pavluk, S.N. Filimonova, A.I. Smirnova, V.I. Makarov and N.V. Priyadak. Monitoring of Ion Composition of Atmospheric Aerosol and Wet Depositions in the Novosibirsk Region in 1994–1997 years.

Experimental data on ion composition of atmospheric aerosol (ICAA) and new precipitation (ICAP), obtained in 3 observational sites of Novosibirsk Region in Summer and Winter 1994–1997, are discussed in the context of a stoichiometric composition and statistical factor analysis. High portion of the contribution of terrigenous sources in the processes of ICAA and ICAP formation is a regional peculiarity. We can conclude that the atmospheric transport of terrigenous salts from the Northern Kazakhstan, Aral and Caspian Seas may be the cause of this peculiarity.