

А.И. Сысо¹, В.С. Артамонова¹, М.Ю. Сидорова², Ю.В. Ермолов¹,
А.С. Черевко¹

Загрязнение атмосферы, снегового и почвенного покрова г. Новосибирска

¹ *Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН,*

² *Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов мэрии Новосибирска*

Поступила в редакцию 6.06.2005 г.

Рассмотрено пространственное и сезонное изменение химического и микробиологического загрязнения атмосферы, снегового и почвенного покрова функциональных зон г. Новосибирска. Показана специфика элементного химического состава гранулометрических фракций техногенных и педогенных веществ, содержащихся в снеге, почвах и пыли на асфальтовых покрытиях. Оценено сезонное загрязнение атмосферы города.

Введение

Новосибирск — крупный промышленный центр России, где полиэлементное химическое загрязнение и микробное заражение окружающей среды представляют серьезную экологическую проблему, связанную со здоровьем населения и состоянием городских экосистем. Важный их компонент — почвы. Почвы способны, с одной стороны, поглощать и инактивировать поступающие из различных источников химические и биологические загрязнители, а с другой — отдавать их через воздух и воду растительным и животным организмам. Эти биосферные функции почв заставляют контролировать и оценивать их состояние, входные и выходные параметры миграции химических элементов и микроорганизмов в сложной взаимосвязанной системе «почва — воздух — природные воды — растительность — животные (человек)».

По данным Западно-Сибирского центра мониторинга загрязнения природной среды, ежегодно в атмосферу г. Новосибирска поступает более 300 тыс. т техногенных выбросов, включающих: оксида углерода — 59, диоксида серы и окислов азота по 12, твердых веществ — 7%. Последние формируются за счет сжигания топлива — 89, технологических процессов — более 8, автотранспорта — менее 3%. Большая часть твердых выбросов оседает на территории города, формируя техногенные геохимические аномалии с высоким валовым содержанием тяжелых металлов (ТМ) и мышьяка (As), превышающим их предельно допустимые концентрации (ПДК) в почвах [1].

Аномалии охватывают не только промышленные и транспортные, но и жилые, рекреационные и сельскохозяйственные (сады и огороды) функциональные зоны города. В некоторых рай-

онах г. Новосибирска, загрязненных предприятиями цветной металлургии, обнаружены отклонения в здоровье населения, вызванные повышенным содержанием в окружающей среде ТМ и As [2].

Известно, что токсичные элементы попадают в организм человека с пищей и водой, а также воздухом, содержащим обогащенные ТМ техногенные и почвенные частицы. Ранее проведенные в Новосибирске исследования садово-огородной продукции, выращенной на загрязненных почвах, показали, что она в основном отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, только изредка в ней наблюдается избыток свинца и кадмия [1]. Учитывая то, что питьевая вода также преимущественно отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, можно предполагать, что источником избыточного поступления ТМ и As в организм человека является воздух, содержащий педо- и техногенные частицы, которые из-за обогащения ТМ и As способны вызвать серьезные нарушения здоровья городского населения [3].

Удобным методом оценки пространственного распределения техногенного загрязнения в воздушной среде городов, расположенных в северных широтах, служит изучение снежного покрова. Благодаря высокой сорбционной способности снега в нем аккумулируется значительная часть продуктов техногенеза, что позволяет детально исследовать их состав и рассматривать полученные значения как усредненные за длительный зимний период [4].

В период отсутствия снегового покрова в загрязнении экосистем урбанизированных территорий участвуют как техногенные выбросы, так и почвы, роль которых оценить пока еще трудно. Это объясняется непригодностью используемых в России ПДК загрязняющих веществ в почвах сельскохозяйственных для оценки почв функциональных зон городов [5]. Принятые в странах ЕС, США и Канаде уровни

критического содержания загрязнителей в почвах учитывают функциональное предназначение почв и особенности воздействия поллютантов на различные группы населения [6]. Но и эти критерии еще не дают достаточного представления об участии почв в формировании химического состава атмосферных аэрозолей и экологической ситуации на загрязняемых территориях. Перспективным подходом к оценке загрязнения почв в России и странах Западной Европы является исследование концентрации загрязнителей в почвенных фракциях разных размеров и плотности [7]. На этой основе возможно создание новых методов экологической оценки почв, их влияния на сопредельные среды – атмосферу и гидросферу, растительный и животный мир.

Объекты и методы исследований

Для выяснения содержания техногенных загрязнителей окружающей среды в функциональных зонах г. Новосибирска и на фоновых территориях в конце зимних периодов 2002–2004 гг. из накопившейся толщи снегового покрова было отобрано более 350 проб снега, в которых определены: реакция среды (рН), концентрация взвешенных веществ (ВВ), нефтепродуктов (НП), валовое содержание более 20 макро- и микроэлементов. На пяти площадках комплексного мониторинга, выбранных совместно с Институтом оптики атмосферы (ИОА) и Институтом систематики и экологии животных (ИСЭЖ) СО РАН, в пробах снега определялись бактериальное загрязнение и содержание ТМ и Аs в гранулометрических фракциях взвешенных веществ.

В целях выявления закономерностей распределения загрязнителей в почвенном покрове города и оценки влияния почв на сопредельные среды определено содержание ТМ и Аs в гранулометрических фракциях проб, отобранных вблизи площадок мониторинга из почвенных разрезов, поверхностных слоев почв, городской пыли (на асфальтовых покрытиях).

Выделение из снега и почв фракций илстых (< 1 мкм), пылеватых (1–5, 5–10, 10–50 мкм), песчаных (50–250 и > 250 мкм) частиц проводили методом гранулометрического фракционирования в дистиллированной воде (по Горбунову), позволяющим сохранить нативное содержание ТМ и Аs во фракциях и учитывать два признака частиц – их размер и плотность.

Содержание ТМ и Аs измерялось атомно-абсорбционным методом, после кислотного разложения проб, на приборах «Плазма» и «Квант-2А», а также прямым определением из порошков проб атомно-эмиссионным методом с использованием дугового двухструйного плазмотрона.

Результаты исследований и их обсуждение

Химическое загрязнение

Исследования показали, что на загрязнение атмосферы различных районов Новосибирска влияют количество и специфика техногенных выбросов промышленных предприятий, густота транспортной сети и ее нагрузка. Несмотря на высокую долю в составе техногенных выбросов окислов серы и азота, они в основном уносятся за пределы города, из-за чего реакция среды снегового покрова в среднем составляет 7,1, в то время как на фоновых территориях она более кислая – 6,5. Вследствие аккумуляции в городе твердых техногенных выбросов среднее содержание ВВ в его снеговом покрове в 6 раз выше фонового, а вблизи автомагистралей превышает фон почти в 50 раз. Концентрация же нефтепродуктов в городском снеге в 10 раз больше, чем за его пределами, а вблизи магистралей может превышать фон в 200 раз. В среднем в пределах транспортных зон районов Новосибирска загрязнение снега ВВ и нефтепродуктами в 2–4 раза выше, чем в селитебных зонах (рис. 1).

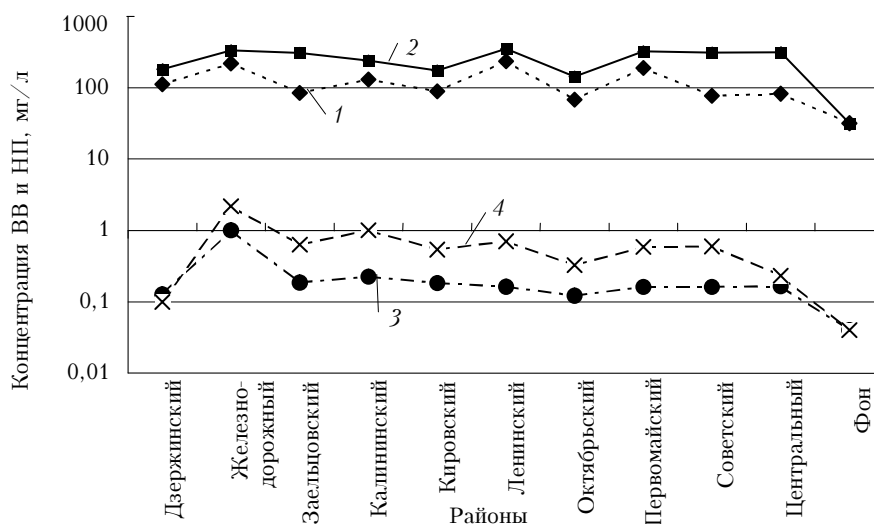


Рис. 1. Средняя концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов в снеговой воде разных районов и функциональных зон Новосибирска: 1 – ВВ-селитебная зона; 2 – ВВ-транспортная зона; 3 – НП-селитебная зона; 4 – НП-транспортная зона

Максимальные различия между загрязнением снега селитебной и транспортной зон наблюдаются в районах с редкой сетью автодорог (Советский район), а минимальные — с высокой (Железнодорожный). Наиболее загрязнены жилые кварталы Ленинского и Железнодорожного районов, находящихся в зонах выпадения выбросов промышленных предприятий и ТЭЦ, автотранспорта. Влияние последнего на содержание в снеге ВВ и ряда химических элементов отражают высокие значения коэффициентов корреляции между названными ингредиентами состава снега и нефтепродуктами (табл. 1).

Расчеты коэффициентов парной корреляции между As, Bi, Cd, Co, Cu, Pb, Sn и Zn выявили у них сильные связи, указывающие на общие источники

(НОК) — основной источник эмиссии в атмосферу Новосибирска As, Bi, Sn и других тесно связанных с ними элементов. Выбросы этого предприятия, хотя и незначительные по своей массе благодаря применению фильтров, имеют все же чрезвычайно высокую концентрацию токсичных элементов, превышающую фоновую в сотни и тысячи раз. Исследования показали (рис. 2), что мышьяк и олово, поступающие в атмосферу с выбросами НОК, мигрируя в северо-восточном направлении, загрязняют снеговую и почвенный покров Новосибирска на расстоянии 10 км и более.

Общая характеристика загрязнения снегового покрова районов Новосибирска и расчетная оценка концентрации поллютантов в атмосфере в зимний

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между содержаниями нефтепродуктов, взвешенных веществ и химических элементов в снеге Новосибирска

	НП	ВВ	As	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Sr	Zn
НП	1	0,6	—	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,3	-0,3	—	—
ВВ		1	0,4	—	—	—	—	0,5	0,6	0,6	0,3	0,3	-0,3	—	—
As			1	0,5	0,7	0,9	0,4	0,5	—	0,5	—	0,5	0,8	—	0,3
Bi				1	0,7	0,8	0,3	0,3	0,3	—	—	0,8	0,3	—	—
Cd					1	0,9	0,4	0,6	0,3	—	0,3	0,7	0,8	—	0,6
Co						1	0,6	0,3	0,3	—	—	0,8	0,7	—	—
Cr							1	0,4	0,3	0,6	0,7	0,4	0,8	—	—
Cu								1	0,4	0,6	0,5	0,4	—	0,5	0,3
Fe									1	0,6	0,4	0,3	—	—	—
Mn										1	0,8	0,4	—	0,9	0,4
Ni											1	0,4	—	0,4	0,4
Pb												1	0,7	—	0,4
Sn													1	—	0,5
Sr														1	—
Zn															1

Примечание. Прочерк — связи слабые или недостоверные. Приведенные значения связей достоверны при $P = 0,99$.

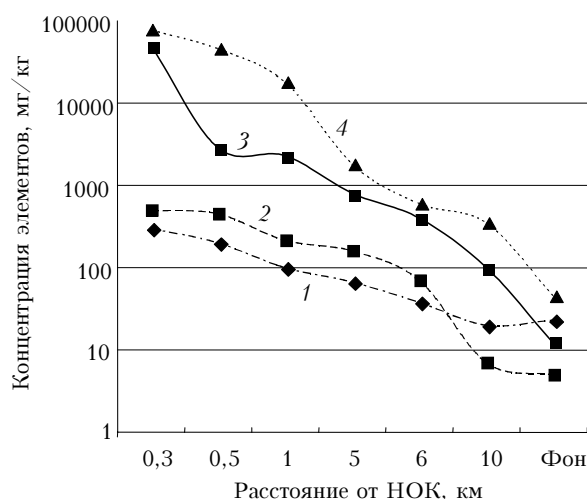


Рис. 2 Изменение концентрации мышьяка и олова во взвешенных веществах снега и 0–10 см слое почв в зависимости от удаленности от НОК: 1 — As в почве; 2 — Sn в почве; 3 — Sn в ВВ снега; 4 — As в ВВ снега

загрязнения ими окружающей среды — предприятия цветной металлургии. Особое место в их составе занимает Новосибирский оловянный комбинат

период приведены нами ранее [8]. Полученные на площадках комплексного мониторинга новые данные позволили получить характеристику химического состава фракций взвешенных веществ снега, почв и пыли, скапливающейся на асфальтовых покрытиях (табл. 2).

Приведенные в табл. 2 высокие концентрации элементов во взвешенном веществе снега указывают на их техногенное происхождение и свидетельствуют о потенциально большей токсичности зимних аэрозолей по сравнению с летними. На наш взгляд, элементный состав летних ВВ может отражать концентрация элементов в частицах менее 10 мкм, содержащихся в почве и пыли на асфальтовых покрытиях.

Примерно 50–70% общей массы ТМ и As сосредоточено в преобладающих в снеге (60%) и почвах (35–50%) частицах крупной пыли (10–50 мкм).

В отличие от почвенных фракций, существенно различающихся между собой по концентрации загрязнителей, в техногенных частицах снега эти различия незначительны. Содержание же загрязнителей во ВВ снега может быть существенно выше, чем в почвенных частицах.

Таблица 2

Концентрация As и ТМ во взвешенном веществе снега, фракциях < 10 мкм почвы и пыли на площадках мониторинга и фоновых территориях

Место	Объект	Компонент	Концентрация элементов, мг/кг абс.-сух. вещества								
			As	Bi	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn
<i>Площадка 1. Площадь и сквер перед аэропортом «Северный» (Заельцовский район)</i>											
Сквер	снег	ВВ	90	10	4,7	160	400	140	280	100	550
		< 10 мкм	24	9	1,5	120	140	100	350	24	430
	почва	в целом	10	6	0,3	70	25	40	100	13	100
< 10 мкм		80	14	н.о.	160	160	120	180	31	900	
Асфальт	пыль	в целом	7	8	н.о.	70	25	50	45	16	240
		<i>Площадка 2. Центральный парк культуры и отдыха (Центральный район)</i>									
Игр. площадка	снег	ВВ	170	12	5,3	240	870	140	280	450	770
		< 10 мкм	36	8	2,0	150	140	110	145	45	390
	почва	в целом	12	4	0,5	70	55	50	45	15	180
< 10 мкм		38	10	н.о.	180	150	105	170	53	470	
Асфальт	пыль	в целом	16	5	н.о.	60	35	45	60	15	175
		<i>Площадка 3. Набережная Оби у гостиницы «Обь» (Октябрьский район)</i>									
Газон	снег	ВВ	790	15	10,0	350	260	120	290	2760	430
		< 10 мкм	40	11	2,1	130	185	115	190	60	520
	почва	в целом	11	8	0,7	110	80	100	100	30	260
< 10 мкм		35	13	н.о.	205	270	160	170	55	660	
Асфальт	пыль	в целом	10	4	н.о.	190	35	145	45	15	160
		<i>Площадка 4. Лесополоса и автобусная остановка у НОК (Кировский район)</i>									
Лесополоса	снег	ВВ	42400	200	46,3	280	950	120	1100	14000	3030
		< 10 мкм	830	13	3,5	100	230	50	350	600	435
	почва	в целом	235	12	1,2	85	140	40	180	475	350
< 10 мкм		60	10	н.о.	195	190	60	210	430	450	
Асфальт	пыль	в целом	15	4	н.о.	60	70	25	50	145	95
		<i>Площадка 5. Газон и асфальтовая площадка у ВЦ (Советский район)</i>									
Газон	снег	ВВ	80	10	4,7	220	180	90	220	75	520
		< 10 мкм	10	6	0,5	90	55	60	60	11	250
	почва	в целом	8	4	0,3	55	20	30	25	7	50
< 10 мкм		12	6	н.о.	110	250	85	135	25	535	
Асфальт	пыль	в целом	10	4	н.о.	40	40	25	40	15	125
		<i>Средние значения на фоновых территориях (Тогучинский и Ордынский районы)</i>									
Луг и лес	снег	ВВ	50	5	2,3	120	160	70	70	20	180
		< 10 мкм	45	0,5	0,3	120	100	60	20	11	170
	почва	в целом	20	0,5	0,1	90	35	40	18	6	80
<i>ПДК для почв сельскохозяйствий России и Германии</i>											
РФ	почва	в целом	10	н.о.	2,0	130	132	80	130	н.о.	220
ФРГ		40	н.о.	2,0	200	50	100	500	н.о.	300	

Примечание. н.о. – не определено. Для почв России приведены максимальные концентрации, а для почв Германии – допустимые (толерантные) [6].

Крупнопылевые и песчаные техногенные частицы, оседающие вблизи промышленных предприятий, в основном и формируют техногенные геохимические аномалии. Эти частицы преимущественно аккумулируются в поверхностном 0–5 см слое почв города и оказывают слабое влияние на распределение загрязнителей в почвенном профиле.

Особенности пространственного и профильного распределения техногенных загрязнителей окружающей среды в почвенном покрове г. Новосибирска хорошо демонстрируют изменения содержания мышьяка в почвах и их гранулометрических фракциях. Вблизи НОК, в серых лесных почвах парка «Бугринская роща» загрязнение проникает на глубину более 20 см, концентрация As высока во всех фракциях почвы. Наиболее насыщенны им илестые частицы (< 1 мкм), а наименее – песчаные (> 50 мкм). Здесь распределение элемента в почвенном профиле определяет изменение содержания

в нем фракции крупной пыли и ее насыщенность мышьяком. В Инюшинском бору, удаленном от НОК на северо-восток примерно на 5 км, только в 0–5 см слое ощущается загрязнение дерново-подзолистой почвы мышьяком, глубже 10–15 см песчаные частицы здесь уже практически не загрязнены. В удаленном же от НОК на 10 км парке «Заельцовский бор» дерново-подзолистая почва в целом не загрязнена мышьяком. Только илестые и тонкопылевые частицы явно обогащены им, что говорит о переносе техногенно загрязненных частиц размером менее 5 мкм на большие расстояния. Описанные закономерности пространственного и профильного распределения мышьяка в почвах характерны для большинства тяжелых металлов.

Оценка степени насыщенности тяжелыми металлами и мышьяком взвешенных частиц снегового покрова Новосибирска по коэффициенту концентрации (Kc) и показателю суммарного загрязнения (Zc),

предложенным Ю.Е. Саетом [4, 9], показала, что в среднем снег города слабо загрязнен (рис. 3).

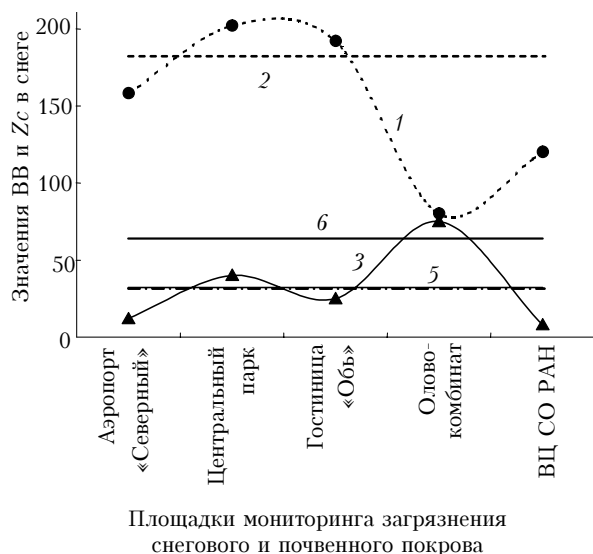


Рис. 3. Содержание взвешенных веществ в снегу г. Новосибирска и суммарное его загрязнение тяжелыми металлами и мышьяком (Z_c): 1 — содержание ВВ в снегу, мг/л; 2 — среднее содержание ВВ в снегу, мг/л; 3 — суммарное загрязнение ВВ — Z_c ; 4 — среднее значение Z_c (30) в ВВ снега Новосибирска; 5 — низкое загрязнение (Z_c в снегу 32–64); 6 — среднее загрязнение (Z_c в снегу 64–128)

Величина Z_c , отражающая сумму превышения (в 1,5 раза) концентраций тяжелых металлов и мышьяка во взвешенных веществах атмосферы города их фоновых значений в почвах Новосибирской области [10], в среднем меньше величины низкого уровня загрязнения снегового покрова ($Z_c = 32–64$). Однако вблизи НОК (Бугринская роща) значения Z_c во взвешенных веществах снега находятся в пределах среднего уровня загрязнения ($Z_c = 64–128$), а в отдельных точках величина Z_c превышает уровень очень сильного загрязнения

($Z_c > 256$) и даже достигает 1300. Столь высокие значения Z_c свидетельствуют о существенной аномальности концентраций элементов в городских атмосферных аэрозолях. Поэтому, несмотря на относительно низкую запыленность атмосферы в районе НОК, концентрация ТМ и As во взвешенных веществах здесь может быть опасна для населения.

Сказанное подтверждают выполненные нами расчеты диапазонов концентраций в воздухе ТМ и As в зимний и летний период на площадках мониторинга (табл. 3).

В этих расчетах учитывалось содержание ВВ в атмосфере в эти периоды, зарегистрированное на станциях Государственной службы наблюдения за состоянием окружающей среды, а также выявленные нами концентрации загрязнителей во взвешенных веществах снега, в почвенных частицах менее 10 мкм из 0–5 см слоя почв и пыли на асфальтовых покрытиях. Приведенные в табл. 3 данные указывают на различие концентрации ТМ и As в зимних и летних ВВ атмосферы Новосибирска и свидетельствуют об относительной ее чистоте. Только вблизи НОК зимой возможно превышение среднесуточной концентрации As и Pb в воздухе из-за чрезвычайно высокого их содержания в техногенных выбросах (77130 и 3000 мг/кг соответственно).

Весьма высока концентрация в этих выбросах Bi, Cd, Sn и Zn (до 600, 1230, 59350, 20000 мг/кг соответственно), но она все же считается не опасной вследствие высоких значений гигиенических нормативов, принятых в России. Здесь следует заметить, что эти нормативы допускают при уровне содержания взвешенных веществ, равном 1 ПДК, обогащение их микроэлементами (том числе тяжелыми металлами) в десятки и сотни тысяч раз по сравнению с фоновым содержанием. Напротив, более жестко нормативы ограничивают содержание макроэлементов в воздухе. Так, превышение ПДК по алюминию может возникнуть даже при его концентрации во взвешенных веществах, равной фоновой. Такая ситуация наблюдается в Новосибирске.

Таблица 3

Расчетные концентрации загрязнителей атмосферы над площадками мониторинга в г. Новосибирске										
Время года	ВВ, мг/м ³	Диапазон минимальных и максимальных концентрации элементов в воздухе, нг/м ³								
		As	Bi	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn
<i>Площадка 1. Аэропорт «Северный» (Заяльцовский район)</i>										
Зима	0,10–0,25	7–32	0,5–2,8	0,4–7,5	1–32	4–152	1–65	4–70	8–25	10–250
Лето	0,25–0,40	6–33	2,2–5,6	0,2–2,0	30–64	35–64	25–48	45–140	6–12	112–360
<i>Площадка 2. Центральный парк культуры и отдыха (Центральный район)</i>										
Зима	0,10–0,20	10–38	1,0–3,0	0,5–10,0	16–52	5–180	1–28	5–56	11–130	14–280
Лето	0,20–0,40	5–15	1,6–4,0	0,1–0,4	30–72	28–64	20–48	28–68	2–22	78–188
<i>Площадка 3. Набережная Оби у гостиницы «Обь» (Октябрьский район)</i>										
Зима	0,10–0,2	8–158	1,0–3,0	3,0–16,0	4–70	3–52	3–24	8–58	10–560	12–240
Лето	0,20–0,40	7–16	2,0–5,2	0,1–0,4	26–84	36–108	22–64	34–76	6–24	104–272
<i>Площадка 4. Лесополоса и автобусная остановка у НОК (Кировский район)</i>										
Зима	0,10–0,20	3–15420	8,0–120,0	0,9–246,0	10–240	15–620	2–300	4–600	8–11870	15–4000
Лето	0,15–0,30	9–249	15,0–27,5	0,2–1,5	14–60	28–69	6–18	30–75	63–168	64–135
<i>Площадка 5. Газон и асфальтовая площадка у ВЦ (Советский район)</i>										
Зима	0,10–0,20	2–16	0,5–2,2	0,1–0,8	1–44	3–24	1–18	2–50	3–16	9–104
Лето	0,20–0,35	2–4	1,0–2,1	0,1–0,4	18–38	10–88	12–32	12–49	2–9	50–189
<i>Предельно допустимые среднесуточные концентрации [11]</i>										
	0,15	3000	50000	300	10000	1000	1000	300	20000	50000

Микробиологическое загрязнение

В снежном покрове на всех площадках мониторинга зарегистрирован бактериально-микроспоровый комплекс с широкой эколого-трофической стратегией микробиоты. Бактериальный спектр на них представлен аэробными, анаэробными и термофильными деструкторами органического вещества. Трофическое разнообразие составляют протеолитики, амилитики и олигонитрофилы. Морфологическая организация бактериального комплекса – кокковидная и нитчатая. В снеге в равной степени представлены спорообразующие и неспорообразующие протеолитические бактерии. Наибольшее содержание жизнеспособной микрофлоры аккумулируется весной в снеге аэропорта «Северный» и около НОК (рис. 4), что свидетельствует о существенном микробиологическом загрязнении этих территорий.

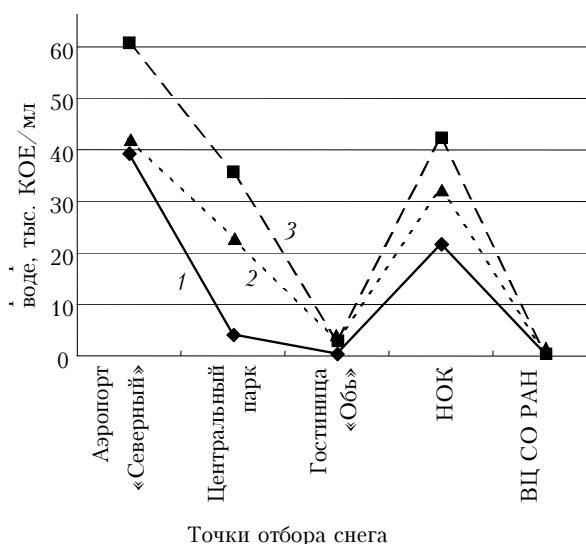
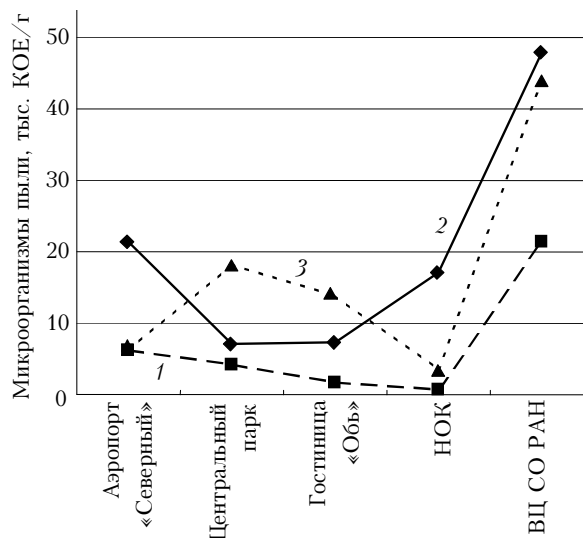


Рис. 4. Содержание микроорганизмов в снеговом покрове г. Новосибирска: 1 – амилитики; 2 – олигонитрофилы; 3 – протеолитики

Летом высокое содержание микроорганизмов регистрируется в пыли (рис. 5). В составе микрофлоры присутствуют не только почвенные гетеротрофные микроорганизмы, но и условно-патогенные и патогенные. Наихудшая санитарно-микробиологическая обстановка складывается в районе НОК, где на фоне низкого пула типично почвенных агентов самоочищения наблюдается высокая нагрузка бактериального заражения.

В почвенном мелкоземе сконцентрированы: а) физиологически активные сапротрофные и гетеротрофные утилизаторы биогенного и минерального азота, в том числе формы, адаптированные к его дефициту; б) санитарно-значимые представители: агенты микозов, бактериозов, токсикозов растений и человека; в) бактерии и микроспидеты с культурально-морфологической изменчивостью колоний, что свидетельствует об адаптации их к токсигенным условиям обитания.



Точки отбора проб почв и пыли

Рис. 5. Содержание микроорганизмов в почвенной пыли Новосибирска: 1 – протеолитики; 2 – амилитики; 3 – олигонитрофилы

Оценка санитарно-микробиологического состояния почв по *coli*-титру, титру *perfringens*, уровню содержания термофильных бактерий показала высокий уровень бактериального заражения промышленно загрязненной территории вокруг НОК. В других районах и функциональных зонах города также отмечен повышенный уровень присутствия кишечной микрофлоры. Клостридиальное загрязнение почв везде фиксируется в летний период максимальной биологической активности, что свидетельствует о пониженных темпах их естественного микробиологического самоочищения.

Количественный и качественный состав микроорганизмов в приземном слое воздуха г. Новосибирска в большинстве случаев отражает микробиологическое загрязнение его почв. Зимой пик содержания жизнеспособных микроорганизмов наблюдается в период метелей, а минимум – во время и после снегопадов, очищающих воздух от микроорганизмов, а также от пыли и тяжелых металлов. В летний период в приземном слое воздуха микробный пул достигает максимума в сухую погоду, а минимума – после дождей, сокращаясь в 35 раз, что обеспечивает временную чистоту городского воздуха.

Пространственное распределение микробиологического заражения почв разных функциональных зон города в общих чертах повторяет картину их химического загрязнения. Максимально заражены опасными микроорганизмами почвы экосистем транспортных и промышленных зон, а минимально – рекреационных.

Таким образом, на территории Новосибирска наблюдается потенциально опасное для здоровья населения химическое и микробиологическое загрязнение почв и атмосферы его функциональных зон. Поэтому в городе необходимо осуществление

регулярного санитарного надзора за химическим и микробиологическим загрязнением окружающей среды, поскольку комбинированное загрязнение биологической и химической природы провоцирует не только утомление почв и усиление их токсичности, но заболевания растений, животных и человека. В городских экосистемах не происходит существенного самоочищения почв от химических и микробиологических загрязнителей, а наблюдается их аккумуляция. Это находит отражение в повышенном поступлении ТМ и Аs в пищевую цепь, в развитии фитомикозов и фитобактериозов, кишечных и грибковых заболеваний у горожан.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 130 «Экологические проблемы городов Сибири».

1. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 229 с.
2. Поляков А.Я., Михеев В.Н., Петруничева К.П. Некоторые показатели здоровья детского населения в системе социально-гигиенического мониторинга // Современные проблемы медицины окружающей среды. М., 2004. С. 209–210.
3. Байдина Н.Л. Содержание тяжелых металлов в гранулометрических фракциях почв в Новосибирске // Агрехимия. 2001. № 3. С. 69–74.
4. Методические рекомендации по оценке степени за-

грязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снеговом покрове и почве // Экология. 1991. № 9. С. 13–23.

5. Башкин В.Н., Курбатова А.С. Биогеохимические и экологические подходы для оценки комплексного экологического воздействия // Современные проблемы загрязнения почв. М.: МГУ, 2004. С. 174–176.
6. Eikmann Th., Klope A. Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoff in Böden // UDLUFA-Mitteilungen. 1991. H. 1. S. 19–26.
7. Титова Н.А., Травникова Л.С., Кахнович З.Н., Сорочкин С.Е., Шульц Э., Кёриенс М. Содержание тяжелых металлов в гранулометрических и денсиметрических фракциях почв // Почвоведение. 1996. № 7. С. 888–898.
8. Сысо А.И., Яцков М.И., Даниленко А.А., Привалова О.Г., Смоленцев Б.А. Загрязнение тяжелыми металлами снегового покрова г. Новосибирска в 2003–2004 гг. // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде. Семипалатинск, 2004. Т. 2. С. 409–415.
9. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 334 с.
10. Эколого-геохимические условия Новосибирского промышленного района (Отчет о геолого-экологических исследованиях масштаба 1:200 000, выполненных Геоэкоцентром в 1991–1997 гг.). Новосибирск, 1997. 254 с.
11. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб.: Изд-во «Петербург – XXI век», 2000. 320 с.

A.I. Syso, V.S. Artamonova, M.Yu. Sidorova, Yu.V. Ermolov, A.S. Cherevko. Pollution of the atmosphere, snow and soil cover of Novosibirsk.

Spatial and seasonal change in the chemical and microbiological pollution of the atmosphere, snow and soil cover of functional zones of Novosibirsk is considered. The specificity of elemental chemical composition of particle-size fractions of technogenic and pedogenic substances contained in snow, soils, and dust on asphalt coverings is shown. Seasonal pollution of the urban atmosphere is estimated.