

УДК 535.536

*Т.В. Андрухова,
В.И. Бужатый, И.П. Чефранов*
**Исследование загрязнения
снежного покрова Барнаула**

В конце XX в. объем выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений. Прямое влияние химического загрязнения воды и воздуха на здоровье испытывают жители не только крупных городов, но и сельских районов. В связи с этим возникла необходимость развития и расширения исследований экологического состояния окружающей среды. Развитие промышленности, интенсификация производства, резкое увеличение численности транспорта повлекли за собой серьезные проблемы, связанные с загрязнением атмосферы. Рост числа химических элементов, используемых в производстве, возникновение новых технологических процессов обусловили появление в перечне загрязняющих веществ новых опасных для здоровья синтетических соединений, аэрозолей тяжелых и редких металлов.

В условиях промышленных центров, к числу которых относится Барнаул, актуальны исследования элементного состава аэрозольных загрязнений, в основном, техногенного происхождения. Пылевые промышленные выбросы накапливаются, в конечном счете, в почве, нарушая соотношение между элементами, изменяя тем самым геохимический фон.

В последнее время в мониторинге загрязнения окружающей среды часто используются так называемые природные планшеты, и в этом смысле интерес представляет изучение состава снежного покрова как накопителя пыли.

Исследование снегового покрова можно разделить на четыре основных этапа:

- отбор снеговых проб;
- подготовка исследуемых образцов;
- исследование отобранных проб;
- обработка и интерпретация результатов.

Отбор снеговых проб

Надежность элементного анализа аэрозоля во многом зависит от пробоотбора и подготовки пробы к спектральному анализу. Опасность загрязнить пробу может быть уменьшена при правильном выборе метода забора аэрозоля.

Для выявления наиболее загрязненного района пробы отбирались в разных районах Барнаула. Была составлена карта забора снеговых проб. Цифрами на карте обозначены: №1 – площадь Свободы, №2 – улица Космонавтов (район ХБК), №3 – Солнечная поляна, №4 – пересечение улиц Балтийской и Попова, №5 – улица А. Матросова, №6 – Демидовская площадь, №7 – пересечение улицы Мерзликина и проспекта Красноармейского. Также для исследования загрязненности конкретного микрорайона были взяты пробы снега в точках, отмеченных на карте цифрами 1–8, заключенными в круги.

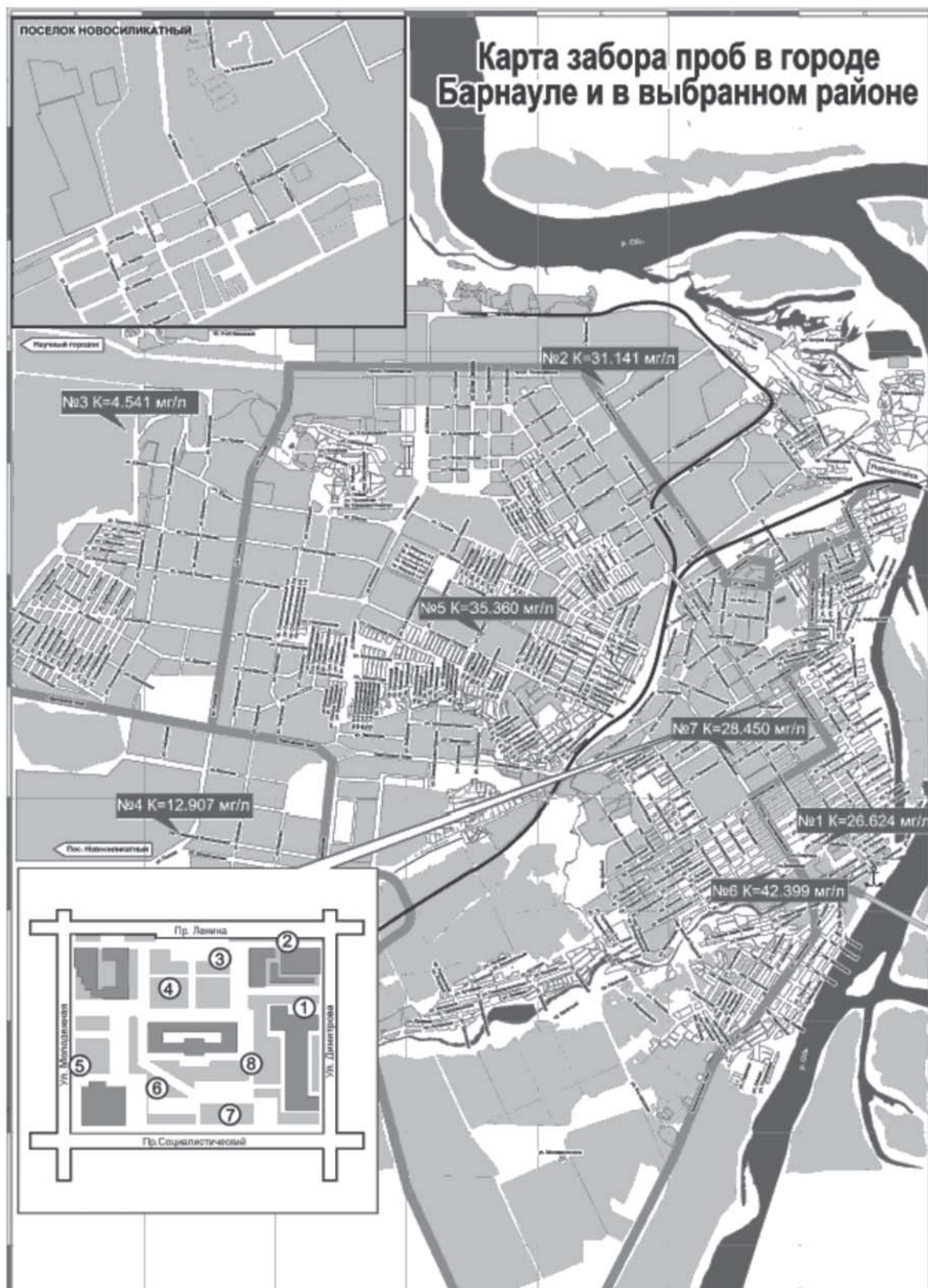
Для сбора аэрозольных частиц использовался метод отбора снежных проб, который проводился не только в черте города, но и за его пределами, в частности, в районе озера Красилово, находящегося на расстоянии ~60 км от Барнаула. Измерения в районе озера Красилово рассматривались нами как фоновые.

Пробы снега отбирались в виде кернов с площадью основания 200x200 мм и на всю глубину снежного покрова и в каждой точке отбора забиралось не менее 3–4-х образцов. Каждая проба снега помещалась в химически неактивную тару и хранилась до анализа при температуре от -5°C до -20°C . Перед анализом проба снега помещалась в стеклянную емкость, промытую спиртом и высушенную.

Подготовка исследуемых образцов

Для получения сухого остатка использовался метод фильтрации. Снеговую воду пропустили через фильтр с диаметром мембран 2 мкм. Осадок, представлявший основной интерес, оседал на фильтре и высушивался естественным путем. Для исследования электропроводности и кислотности талая вода помещалась в стеклянные сосуды и хранилась в холодильнике до начала анализа.

В методе фильтрации, основанном на пропускании талой снеговой воды через пористый слой, применялись бумажные фильтры. Поэтому при использовании этих методов забора в атомно-эмиссионном спектральном анализе требуется много сложных операций для



Карта города с отмеченными местами забора проб. В левом нижнем углу приведено увеличенное изображение исследуемого микрорайона

удаления его органической основы и получение зольного остатка. В результате изготовлялась навеска, состоящая из спектрально-чистого графита и зольного остатка в процентном соотношении 40–50%. Если учесть потери интересующих нас веществ на этапе озоления и разбавления графитовым порошком, то ошибка определения количества элемента могла составить ~15–20%.

Исследование отобранных проб

Исследование многокомпонентной экспериментальной пробы сопряжено с трудоемким процессом определения и идентификации огромного количества спектральных линий в широком диапазоне длин волн. С целью проведения эксперимента было взято 15 проб сухого осадка массой от 2 до 170 мг.

Сухая проба смешивалась наполовину с графитовым порошком, делилась на пять частей и помещалась в чашечные электроды, которые затем сжигались в камере сгорания спектральной установки. Образцы с пробой подвергались воздействию дуги переменного тока. В качестве противоэлектрода использовался графитовый электрод, заточенный по стандарту под 60°. Межелектродный промежуток составлял 2 мм.

Результатом проведенного качественного анализа спектра сухой пробы явилось наличие таких элементов, как железо, магний, кобальт, никель и свинец, также эксперимент показал, что влияние органической компоненты несущественно. Результаты качественного анализа приведены в таблице 1.

Для проведения количественного анализа были взяты соли с известной долей исследуемых химических элементов. Далее была измерена масса эталонных образцов, получен их спектр и составлены соотношения, по которым рассчитаны концентрации искомого элемента в исследуемых пробах.

Для проведения количественного анализа аэрозоля были изготовлены растворы эталонных веществ и взяты их соли с известной концентрацией искомого элемента в пробе. Соли смешивались с графитом и сжигались, исследовался спектральный состав смеси. Затем определялась концентрация искомого элемента в эталонных пробах по конкретным длинам волн. Это делалось для того, чтобы в дальнейшем было легко находить неизвестные концентрации по интенсивности спектральной линии. Выбор искомого анализируемого элемента обусловлен степенью их вредного влияния на организм человека.

Таблица 1

Результаты качественного анализа аэрозоля (по точкам забора)

№1, пл. Свободы	№2, ул. Космонавтов (ХБК)	№3, Солнечная поляна	№4, ул. Баггийская–Попова	№5, ул. Матросова	№6, Демидовская площадь	№7, ул. Мерзликина	ФОН, оз. Красилово	1	2	3	4	5	6	7	8
Al	Ce	Al	Al	Ce	Ca	W	Al	Al	Al	Ca	Al	Al	Ca	Al	Ce
Ce	Co	Ce	Ce	Co	Ce	Ce	Ce	Ca	Ce	Ce	Ce	Co	Ce	Ce	Co
Co	Cr	Cr	Co	Cr	Co	Co	Cu	Ce	Co	Co	Co	Cr	Cr	Co	Cu
Fe	Fe	Cu	Cr	Cu	Cr	Fe	Fe	Fe	Cr	Fe	Cr	Fe	Fe	Cu	Fe
Mn	Mo	Fe	Fe	Fe	Fe	Mn	K	Mo	Cu	Mn	Fe	Mn	Mo	Fe	Ni
Ni	Mo	Nb	Mo	Ni	Mn	Nb	Mn	Nb	Fe	Mo	Mo	Mo	Nb	Ni	P
P	Nb	Ni	Nb	V	Mo	Ni	Mo	Ni	Mo	Nb	Nb	Nb	P	Pb	Pb
Pb	Ni	Pb	Ni	Zn	Pb	Pb	Ni	Pb	Nb	Pb	Ti	V	Pb	V	
W	Si	S	Ti		Sn	V	Pb	S	P	S	V	W	Si	W	
Zn	Ti	V	W		Ti		W	Si	Pb	Sn	W	Zn	V		
	V	W	Zn		V		Zr	V	S	W	Zr		W		
	W	Zr			W			W	W				Zn		
	Zn								Zr						

Результаты определения рН, Eh

№ пробы, место забора	рН	Eh, отн. ед.	Масса осадка, мг	Концентрация аэрозоля в талом снеге, мг/л
№1, пл. Свободы	5,7	96	212,00	42,39
№2, ул. Космонавтов (ХБК)	4,5	406	109,00	31,14
№3, Солнечная поляна	4,7	391	20,35	4,54
№4, ул. Балтийская–Попова	6,1	355	49,05	12,91
№5, ул. Матросова	4,5	358	121,00	28,14
№6, Демидовская пл.	7,9	434	106,50	26,62
№7, ул. Мерзликина	–	–	47,20	23,45
ФОН, оз. Красилов	6,0	376	0,29	0,07
1	–	–	34,09	17,04
2	–	–	38,01	34,87
3	–	–	27,23	10,47
4	–	–	100,14	41,72
5	–	–	22,55	11,27
6	–	–	19,83	7,63
7	–	–	23,22	9,68
8	–	–	29,53	13,42

Качественный анализ аэрозоля показал наличие следующих элементов: Mn, I, Cu, Fe, Zn, Ca, Si, Co, Pb, Al, Co, Ni. Количественный анализ проведен спектрографическим методом, были обнаружены следующие элементы: Mn (361,2 нм), Ni (360,3 нм), Pb (367,5 нм), Co (368,2 нм), Fe (364,9 нм), Cu (365,8 нм), Al (368,0 нм), Zn (342,4 нм), построены калибровочные графики, рассчитаны соответствующие концентрации (табл. 2). Значения кислотности рН и электропроводности Eh указаны в таблице 3. Измерения кислотности и электро-

проводности проводились одновременно со спектральным анализом как комплексное исследование состава атмосферного аэрозоля. Измерение этих характеристик необходимо для раскрытия полноты влияния загрязнения на экологическую обстановку в городе.

Следует также отметить, что в сухой пробе были найдены цинк, кремний, молибден, которые не обнаруживались раньше.

Анализ кислотности показал, что неблагоприятными районами с экологической точки зрения являются Демидовская площадь (7,9), рай-

Таблица 3

Результаты количественного анализа аэрозоля

№ пробы, место забора	Концентрация в пробе, %							
	Mn	Ni	Co	Fe	Pb	Cu	Al	Zn
№1, пл. Свободы	0,0004	0,0014	0,0041	0,0183	0,0019	–	0,0001	0,0003
№2, ул. Космонавтов (ХБК)	–	0,0017	0,0008	0,0039	–	–	–	0,0002
№3, Солнечная поляна	–	0,0108	–	0,0086	0,0014	0,0024	0,0001	–
№4, ул. Балтийская–Попова	–	0,0128	0,0009	0,0055	–	–	0,0003	0,0001
№5, ул. Матросова	–	0,0043	0,0018	0,0016	–	0,0032	–	0,0002
№6, Демидовская пл.	0,0009	–	0,0046	0,0152	0,0017	–	–	–
№7, ул. Мерзликина	0,0001	–	0,0009	0,0016	0,0007	–	–	–
ФОН – оз. Красилов	0,0011	0,0037	–	0,0044	0,0024	0,0030	0,0002	–
1	–	0,0028	–	0,0045	0,0006	–	0,0001	–
2	–	–	0,0007	0,0016	0,0008	0,0038	0,0001	–
3	0,0017	–	0,0014	0,0057	0,0010	–	–	–
4	–	–	0,0031	0,0245	–	–	0,0001	–
5	0,0012	–	0,0012	0,0015	–	–	0,0001	0,0001
6	–	–	–	0,0013	0,0009	–	–	0,0001
7	–	0,0035	0,0015	0,0032	0,0007	0,0022	0,0002	–
8	–	0,0060	0,0009	0,0019	0,0003	0,0022	–	–

Исследование загрязнения снежного покрова Барнаула

он хлопчато-бумажного комбината ХБК (4,5) и Солнечная поляна (4,5), что превышает предельно-допустимую концентрацию.

Электропроводность талой воды зависит от степени минерализации (концентрации растворенных минеральных солей) и температуры. Минерализация в среднем по городу не пре-

вышает ПДК, хотя в конкретных точках забора проб (Демидовская площадь, площадь Свободы и район ХБК) заметно выше.

Данные количественного спектрального анализа сравнивались с ПДК, и значительного превышения по указанным выше элементам обнаружено не было.