

Методы мониторинга загрязнения снегового покрова в окрестностях автотрасс

В.В. Коковкин¹, В.Ф. Рапута², А.Ю. Девятова³

¹Институт неорганической химии СО РАН, г. Новосибирск

²Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

³Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

Схема г. Новосибирска

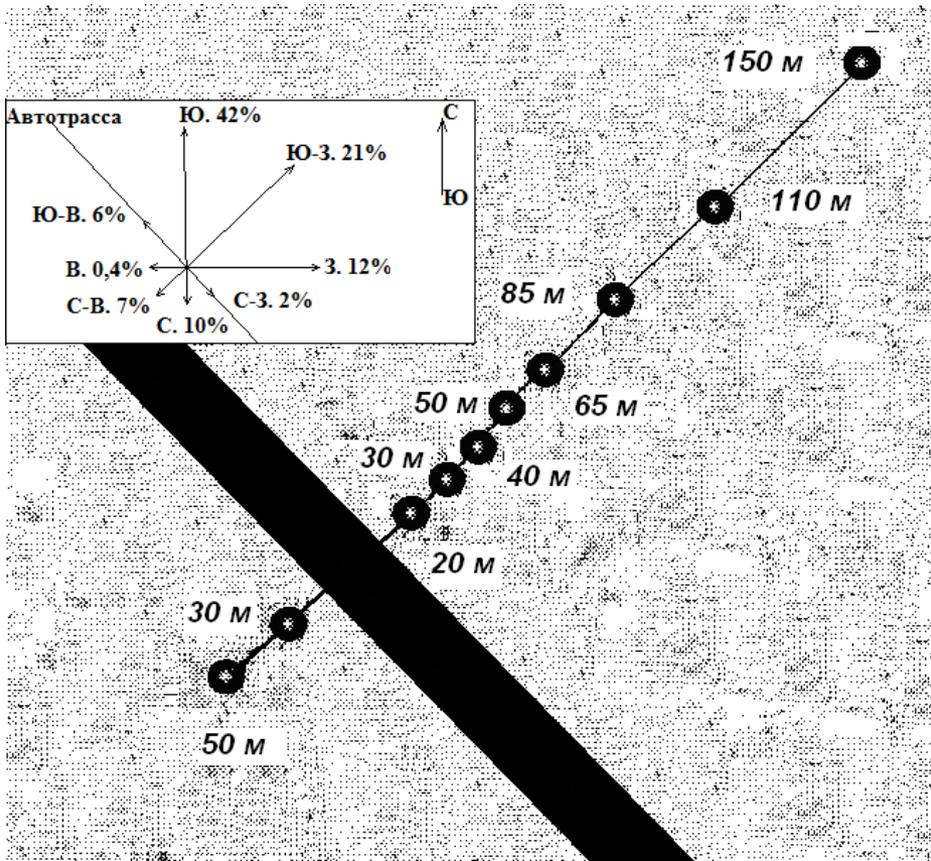


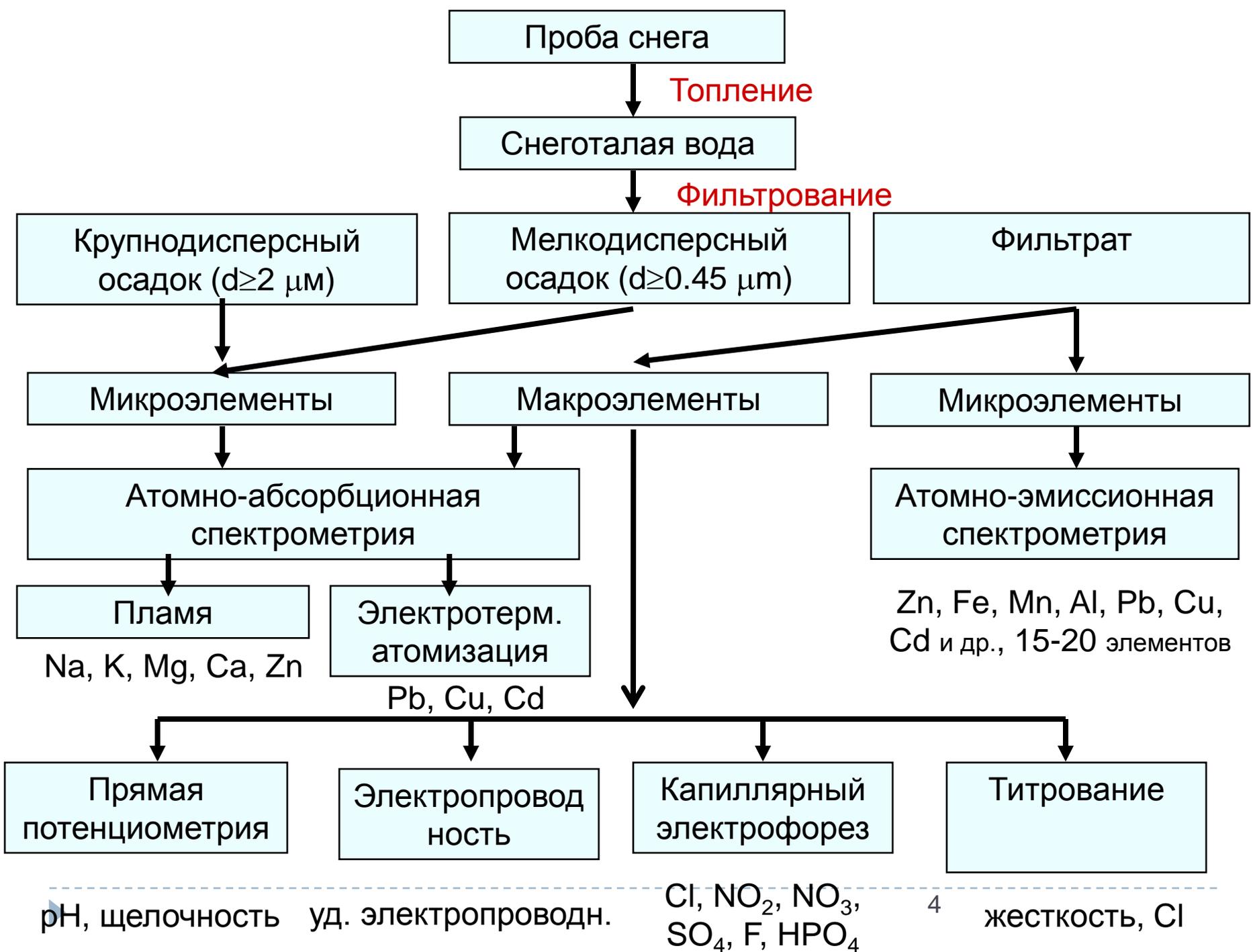
1. Советское шоссе

Пробоотбор

– Объект исследования –
участок Советского шоссе;

– Точки отбора проб
располагались: с
подветренной (с учетом
розы ветров) стороны в
**20, 30, 40, 50, 65, 85, 110,
150 м**, с наветренной в **30
и 50 м**;





2. Модель оценивания (полидисперсный случай)

$$N_w = \frac{a^{m+1}}{\Gamma(m+1)} w^m e^{-aw} \quad , \quad m \geq -1 \quad , \quad a = \frac{m}{w_m} \quad (1)$$

$$P_{\text{лин}}(x) = \frac{\theta_1}{x} \exp\left(-\frac{c}{x}\right) \int_0^{\infty} \frac{\omega^{\theta_2} \exp(-\theta_3 \omega)}{\Gamma(1+\omega)} \left(\frac{c}{x}\right)^{\omega} d\omega \quad , \quad (2)$$

$$\theta_1 = \frac{M R^{m+2}}{(1+n)a \Gamma(1+m)} \quad , \quad \theta_2 = m+1 \quad , \quad \theta_3 = a(1+n)k_1$$

3. Экспериментальные результаты

а) Свинец

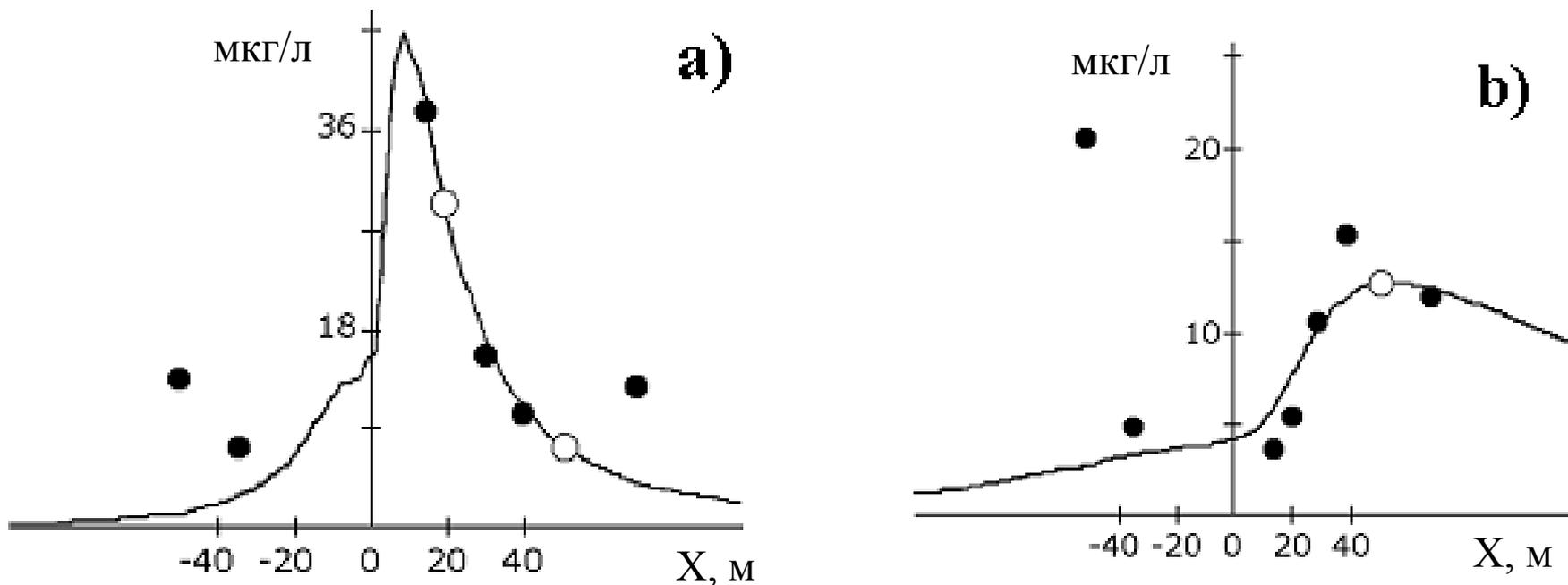


Рис. 1. Содержание свинца (в расчете на литр раствора) в крупнодисперсной части осадка (а) и суммарно в мелкодисперсной части и растворе (б).

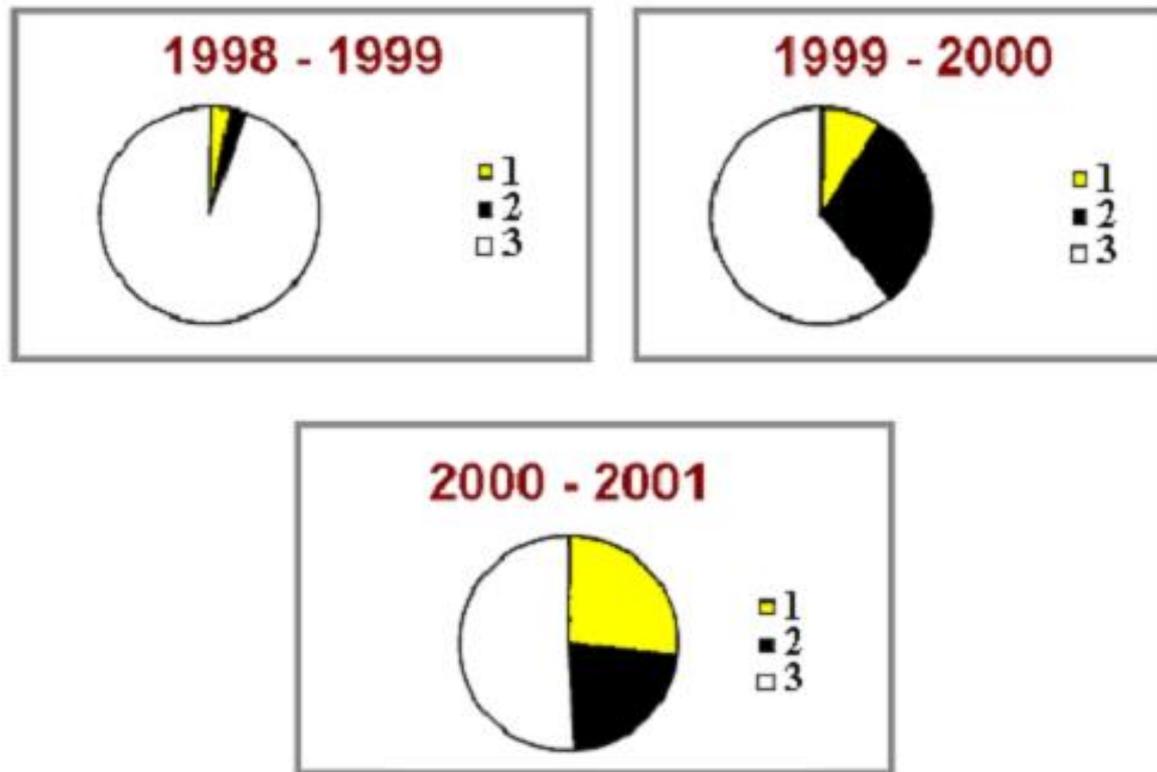


Рис. 2. Распределение свинца во фракциях проб, отобранных в 50 м от дороги: 1-фильтрат, 2 – мелкодисперсная и 3 – крупнодисперсная фракции.

б) Полиароматические углеводороды (ПАУ)

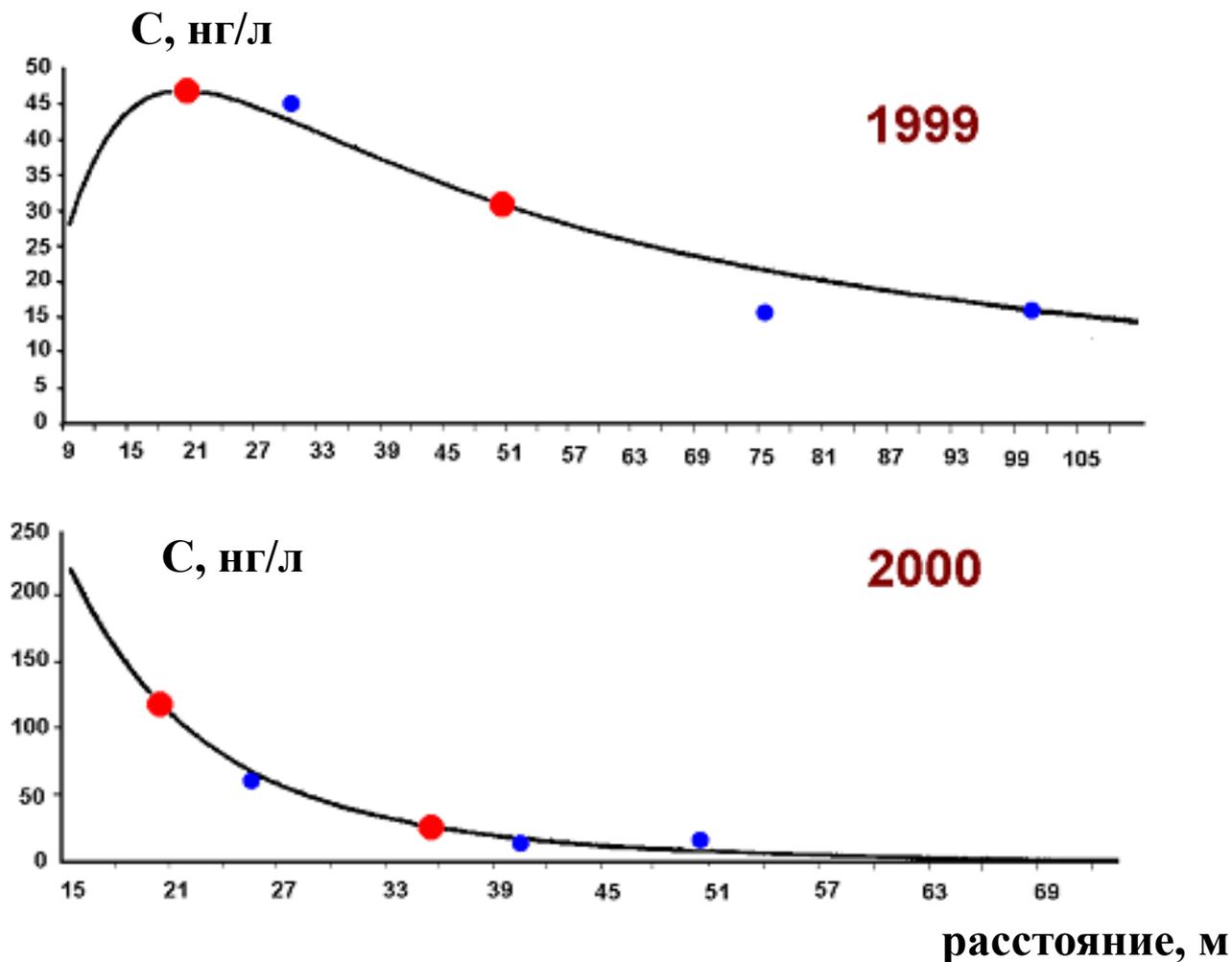


Рис. 3. Рассчитанное (—) и измеренное (●,●) содержание бенз(а)пирена в снежном покрове зимних сезонов 1998/99 и 1999/2000 гг. 8

Таблица 1. Оценка характеристик оседания ПАУ

ПАУ	Оценка M, г/км	
	1998-1999	1999-2000
Бенз(а)пирен	0,16	0,55
Флуорантен	1,2	1,9
Пирен	0,6	1,5

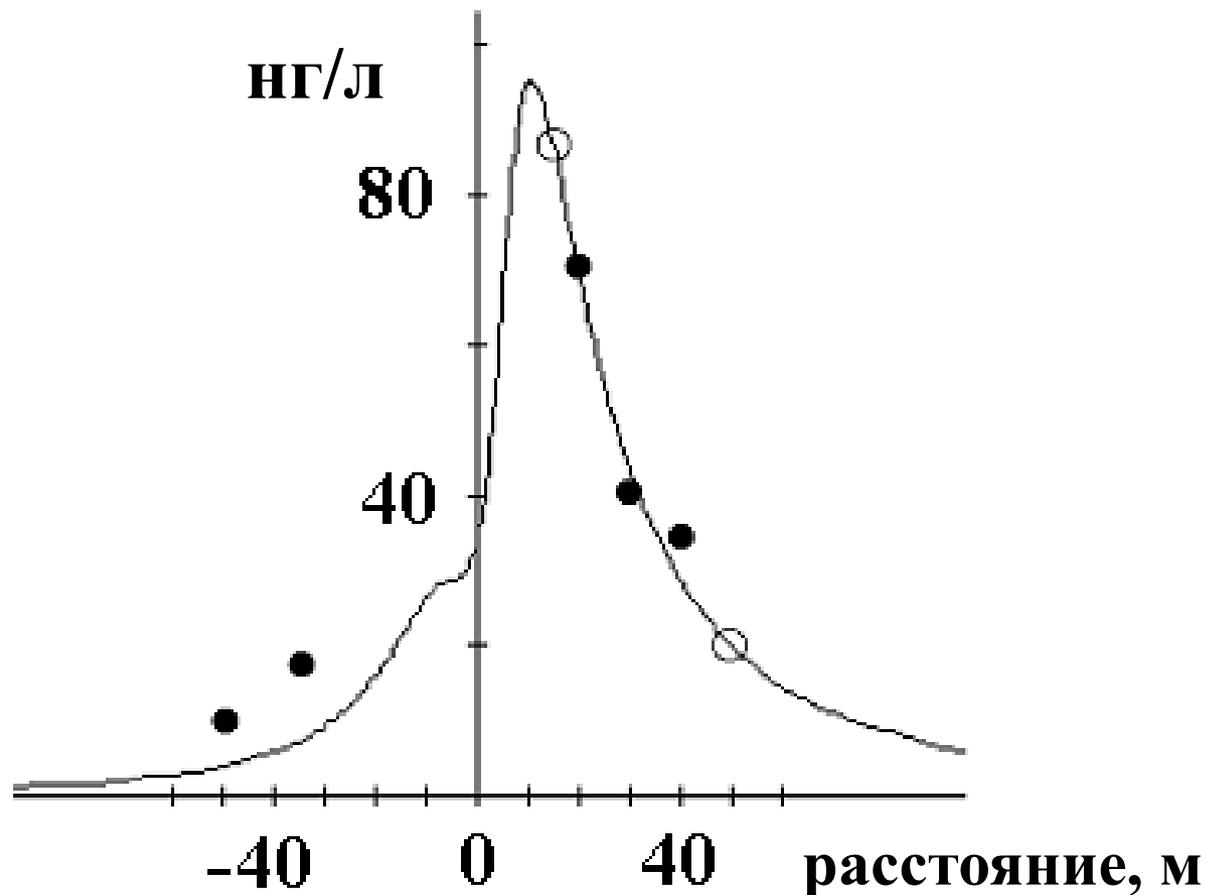
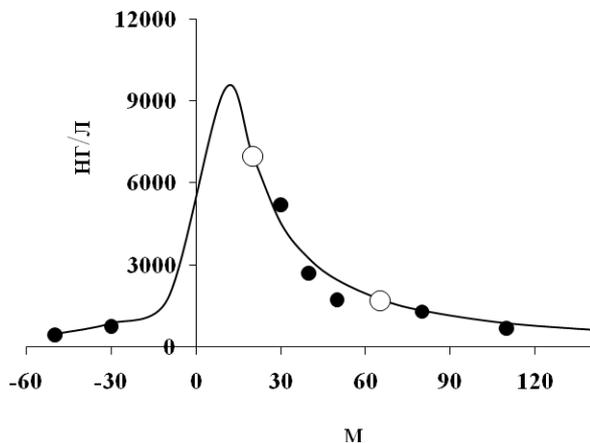


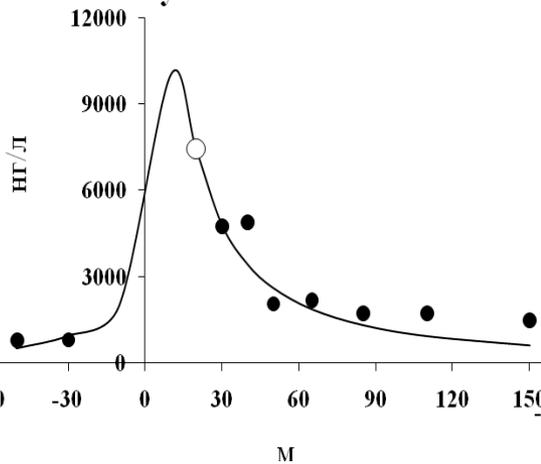
Рис. 4. Модельная кривая для распределения бенз(а)пирена в окрестности автотрассы в зимнем сезоне 2000/01 гг.

ПАУ

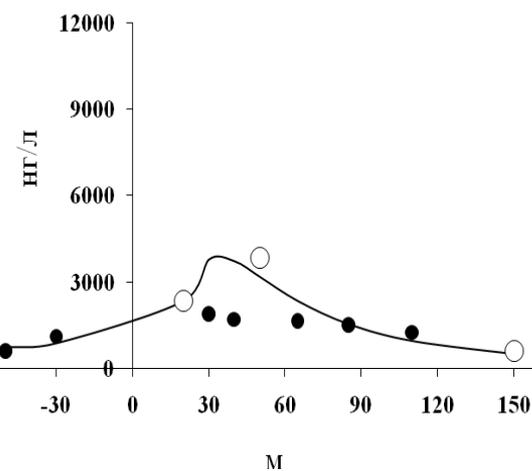
Сумма ПАУ - 2008 г



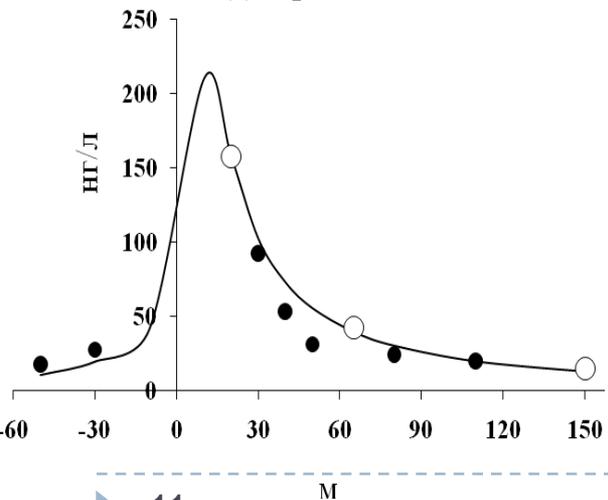
Сумма ПАУ - 2009 г



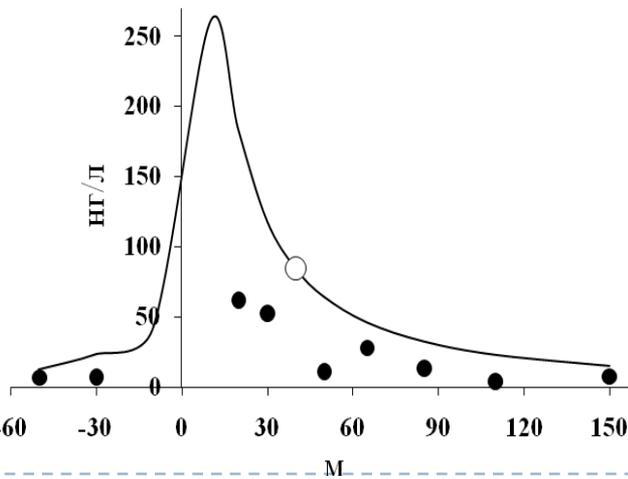
Сумма ПАУ - 2010 г



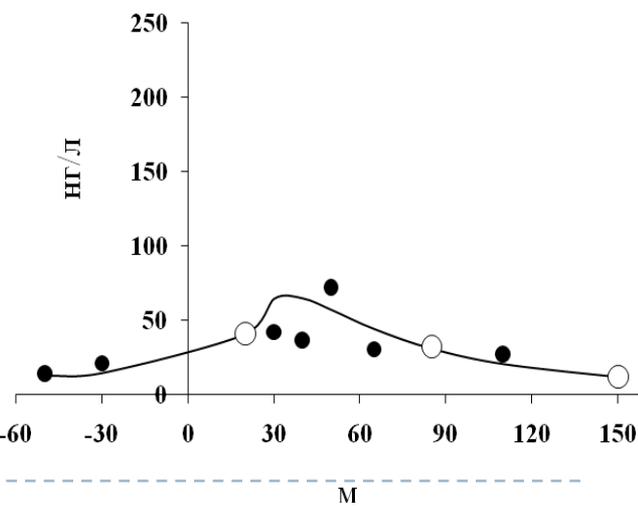
Бенз(а)пирен - 2008 г



Бенз(а)пирен - 2009 г

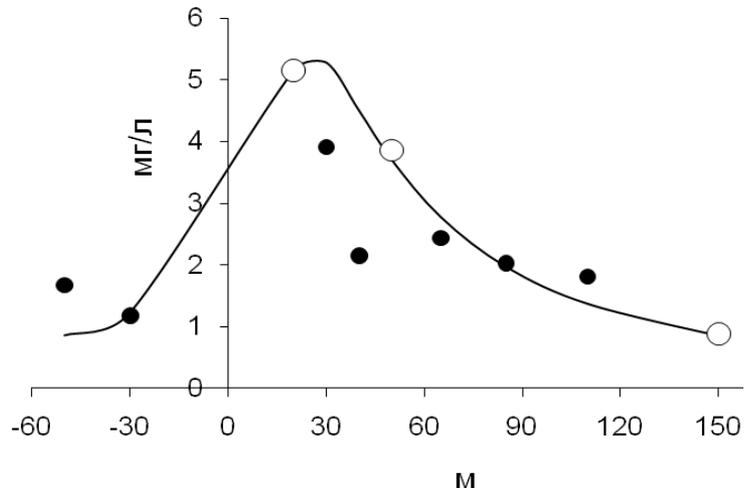


Бенз(а)пирен - 2010 г

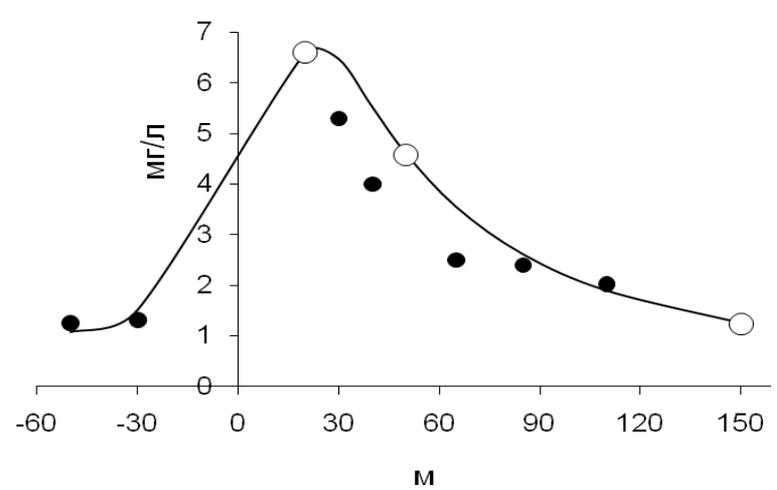


Катионы, элементы

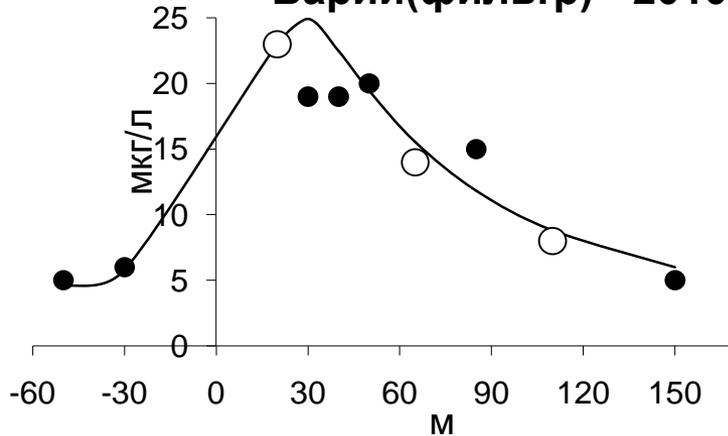
Натрий(Хм=60 м) - 2010 г



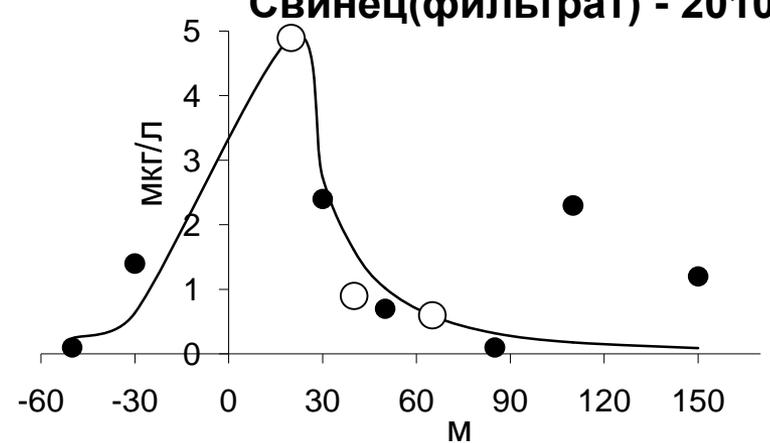
Хлорид(Хм=60 м) - 2010 г



Барий(фильтр) - 2010 г

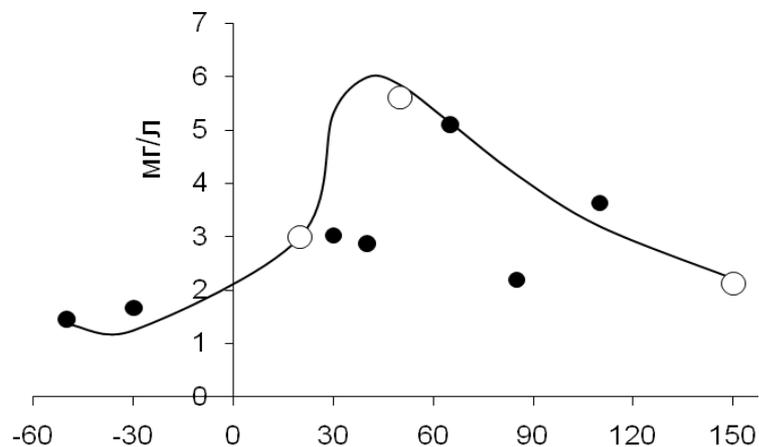


Свинец(фильтрат) - 2010 г

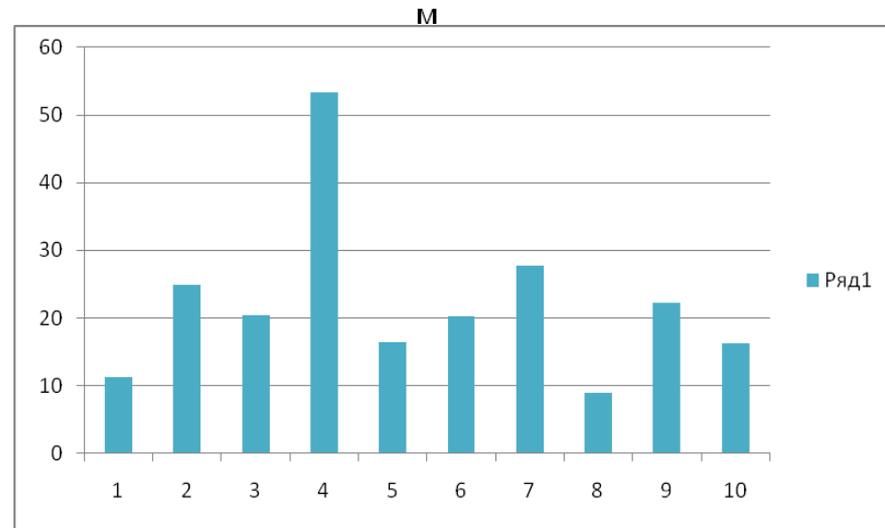
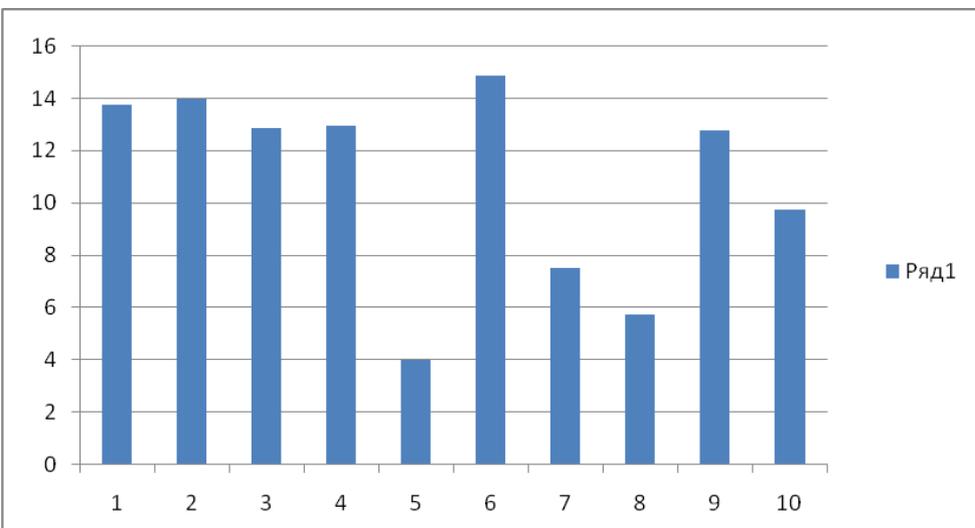
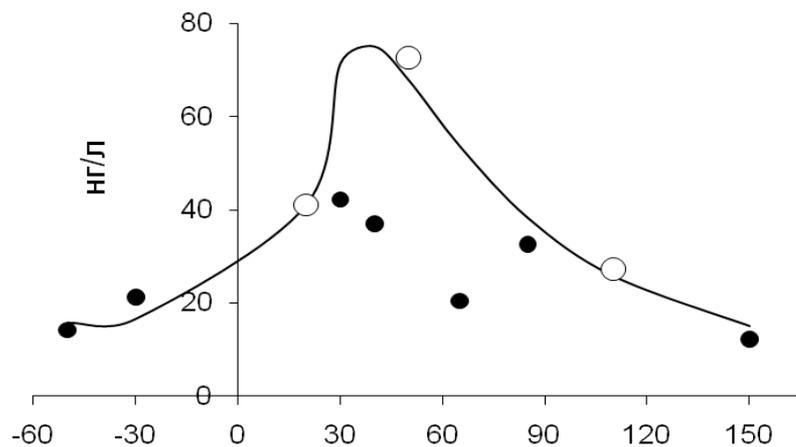


Анионы

Сульфаты - 2010 г



Бенз(а)пирен(хм=110м) - 2010 г

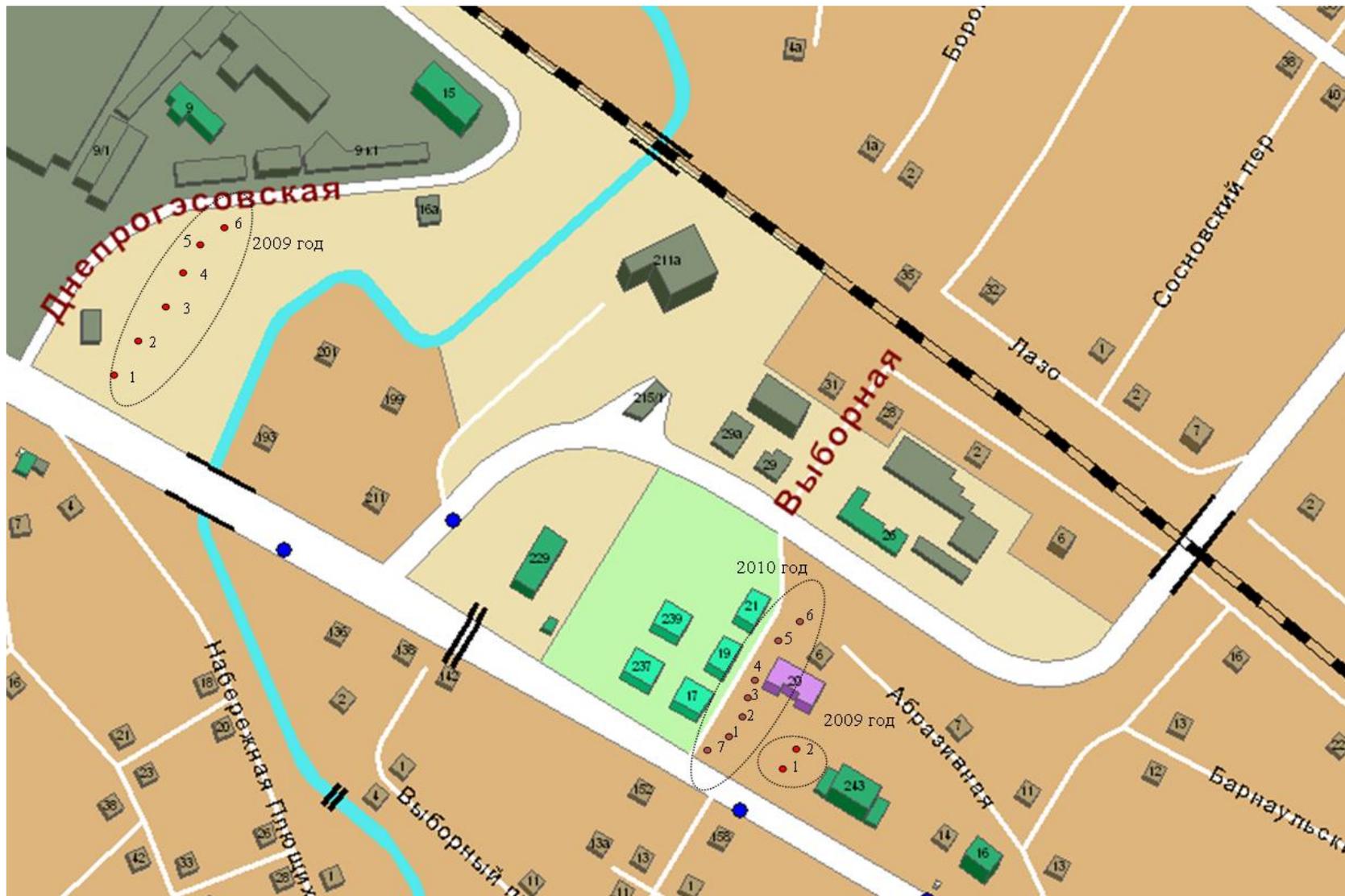


Отношения в точках пробоотбора концентраций бенз(а)пирена к сульфатам (*10⁻⁶)

Отношения в точках пробоотбора концентраций бенз(а)пирена к нитратам (*10⁻⁶)

4. Ул. Большевикская

Схемы отбора снеговых проб в зимних сезонах 2008/09 и 2009/10 гг.



Таблица

Содержание ионных компонентов, бенз(а)пирена и осадка в пробах снега на территории детского сада № 324 (ул. Большевикская) в конце зимнего сезона 2009/10 гг.

№ точки отбора проб	Расстояние от авто-трассы, м	Хлорид, мг/кг	Нитрит, мг/кг	Сульфат, мг/кг	Нитрат, мг/кг	Фторид, мг/кг	Бенз(а)пирен, нг/кг	Осадок, г/кг
1	14	35,1	0,59	15,2	3,54	0,24	425	1,45
2	23	23,9	0,62	15,3	2,97	0,34	465	1,03
3	36	17,9	0,42	14,3	3,13	0,29	234	1
4	59	9,2	-	9,7	-	0,25	230	0,45
5	84	7,5	0,47	9,1	2,57	0,27	191	0,40
6	101	6,5	0,24	5,9	1,93	0,19	216	0,31
7	3	82,5	0,80	15,2	2,80	0,18	162	1,06
Среднее		26,1	0,52	12,1	2,82	0,25	275	0,81

Таблица

Среднее значение концентраций основных ионных компонентов, бенз(а)пирена и осадка в пробах снега на территории детского сада № 324 (ул. Большевикская) в конце зимнего сезона 2009/10 гг.

	Хлорид, мг/кг	Нитрит, мг/кг	Сульфат, мг/кг	Нитрат, мг/кг	Фторид, мг/кг	Бенз(а) пирен, нг/кг	Осадок, г/кг
Среднее по точкам (д/с 324)	26,1	0,52	12,1	2,82	0,25	275	0,81
Среднее по постам	-	-	3,2	0,87	-	91	0,14
Отношение концентраций	-	-	3,8	3,2	-	3,0	5,8

Выводы

1. В течение более чем 10 зимних сезонов отбирались пробы снега на участке Советского шоссе и трех зимних сезонов – на участке улицы Большевистской в г. Новосибирске. Пробы анализировали на основные макро- и микроэлементы, полиароматические углеводороды. Анализ экспериментальных данных проводили с использованием разработанных полуэмпирических моделей распространения примесей от линейного источника.
2. Показано, что для участка Советского шоссе выбросы компонентов ПАУ в зимнем сезоне 1999/2000 по сравнению с сезоном 1998/99 существенно возросли. Также вырос размер частиц, их содержащих. Это значит, что процесс сжигания топлива стал менее эффективным при переводе автопарка города на неэтилированный бензин. Сопоставление данных для зимних сезонов 2003-2004 и 2007-2008 гг. показало существенный рост выбросов ПАУ, что, по-видимому, связано с ростом автомобильного парка города и режимом его движения.
3. Проведённые исследования показывают, что в зимнее время уровни загрязнения снежного покрова на участке ул. Большевистской (территория д/с № 324) полиароматическими углеводородами, ионными компонентами, пылью являются высокими. В пересчёте на атмосферное загрязнение по многим основным компонентам концентрации могут значительно превышать ПДК.

Спасибо за внимание!