

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОГО АЭРОЗОЛЯ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА

В.И. Букатый, А.С. Самойлов, И.П. Чефранов

Проблема загрязнения приземного слоя воздуха атмосферным аэрозолем особенно актуальна в крупных городах и промышленных центрах. Изучение данной проблемы постоянно ведется различными исследователями многих стран мира [1-3].

Основные вещества, загрязняющие приземную атмосферу любого промышленного центра, можно разделить на две группы – газы и твердые частицы. Среди общей массы выбрасываемых в атмосферу веществ газы составляют 90%, твердые частицы – 10% [4]. Источниками загрязнения городской атмосферы частицами тяжелых металлов и минеральных соединений являются, в основном, промышленное производство, работа двигателей внутреннего сгорания, а также печные топки домов частного сектора.

Для оценки степени загрязнения воздуха аэрозольными частицами, и соответственно, качества атмосферы и влияния на здоровье человека необходимо знать различные количественные характеристики аэрозоля, в т.ч. элементный состав, счетную и массовую концентрации, а также форму частиц.

Наши исследования приземной атмосферы г. Барнаула были проведены для дополнения набора статистических данных мониторинга состояния городского аэрозоля, собираемых различными авторами с 1991 г. [5, 6]. Кроме того, эти данные были упорядочены и дополнены не только в количественном, но и в качественном отношении для более адекватной оценки поведения различных микрофизических параметров аэрозоля. Для решения этой задачи наблюдалась динамика счетной и массовой концентрации в зависимости от времени суток и метеоусловий, изучалось распределение аэрозольных частиц по размерам и форме, был проведен качественный и количественный спектральный анализ их элементного состава. Получены концентрации различных химических элементов, содержащихся в приземном слое атмосферы.

Для проводимых исследований использовалось два комплекса аппаратуры. Первый включает в себя установку для отбора проб на бумажные фильтры, электрофильтр и

прибор контроля запыленности воздуха ПКЗВ-906.

Второй включает в себя источник возбуждения спектров дугой постоянного тока ИВС-28, спектрограф ДФС-452, многоэлементный фотоприемник и персональный компьютер с установленным на него специализированным программным обеспечением.

Измерения микрофизических параметров аэрозоля производились в опорном пункте в центре Барнаула на пересечении пр. Красноармейского и ул. Мерзликина. Отбор проб проводился практически ежедневно в период времени с 1 августа 2004 г. по 1 июня 2005 г. на высоте 10 м от поверхности земли одновременно несколькими способами, кроме того, ежемесячно, в последних декадах, проводились суточные эксперименты, когда пробы брались через каждые 2 часа в течение суток.

Таким образом, было получено свыше 300 контрольных точек, по которым можно судить о поведении счетной и массовой концентрации, а также о распределении аэрозольных частиц по размерам и форме.

В данной работе мы рассмотрим период, когда преобладали низкие температуры и, наряду с исследованием воздушных проб, существовала возможность изучения аэрозольных частиц, аккумулярованных в снеговом покрове.

На рисунках 1-5 представлены графики зависимости счетной концентрации частиц различных фракций от времени суток в различные месяцы. Измерения проводились при помощи прибора контроля запыленности воздуха ПКЗВ-906. Данные регистрировались по семи каналам с граничными размерами 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-5; 5-10; 10-100 мкм.

Из этих графиков видно, что, несмотря на различие в поведении концентрации от месяца к месяцу, сохраняется единообразие поведения различных фракций. Несомненно, что концентрация городского аэрозоля напрямую связана с антропогенными факторами (интенсивностью сжигания топлива, активностью автотранспорта), но преобладающее влияние оказывают, по-видимому, все

же метеоусловия, особенно скорость ветра и температура атмосферы.

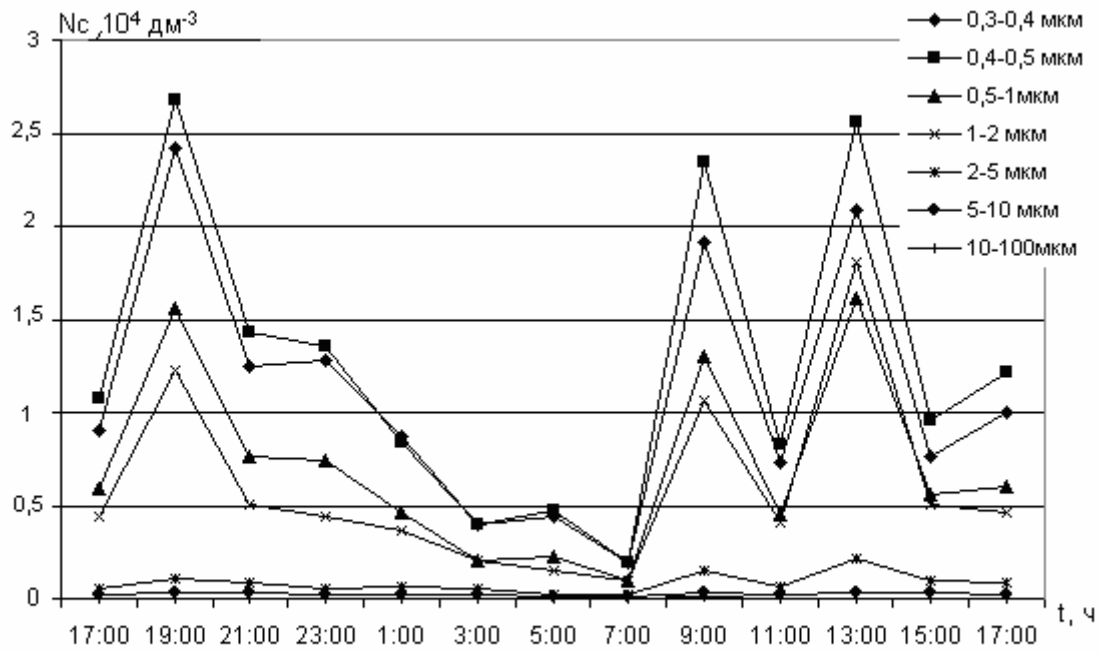


Рис.1. Суточный ход счетной концентрации аэрозольных частиц различных фракций 21 – 22 октября 2004 г.

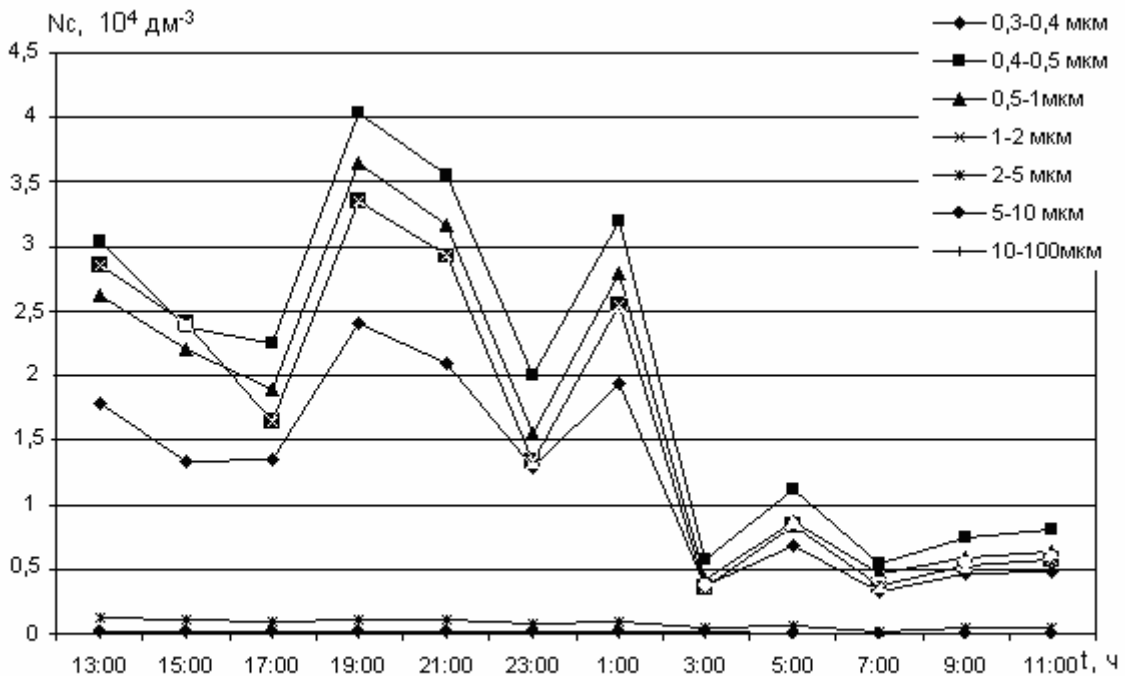


Рис.2. Суточный ход счетной концентрации аэрозольных частиц различных фракций 30 ноября – 1 декабря 2004 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОГО АЭРОЗОЛЯ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА

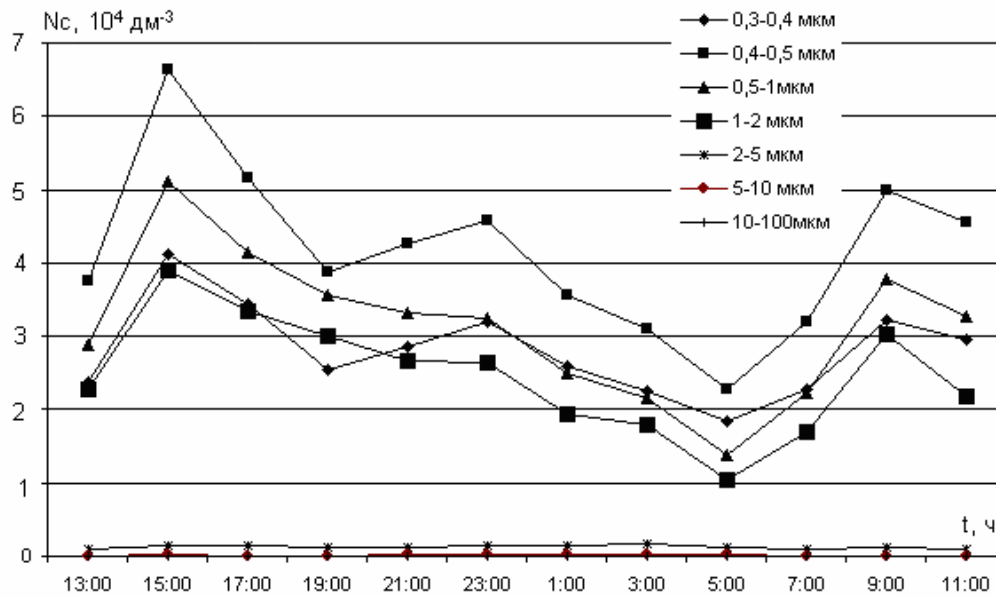


Рис.3. Суточный ход счетной концентрации аэрозольных частиц различных фракций 23 – 24 декабря 2004 г.

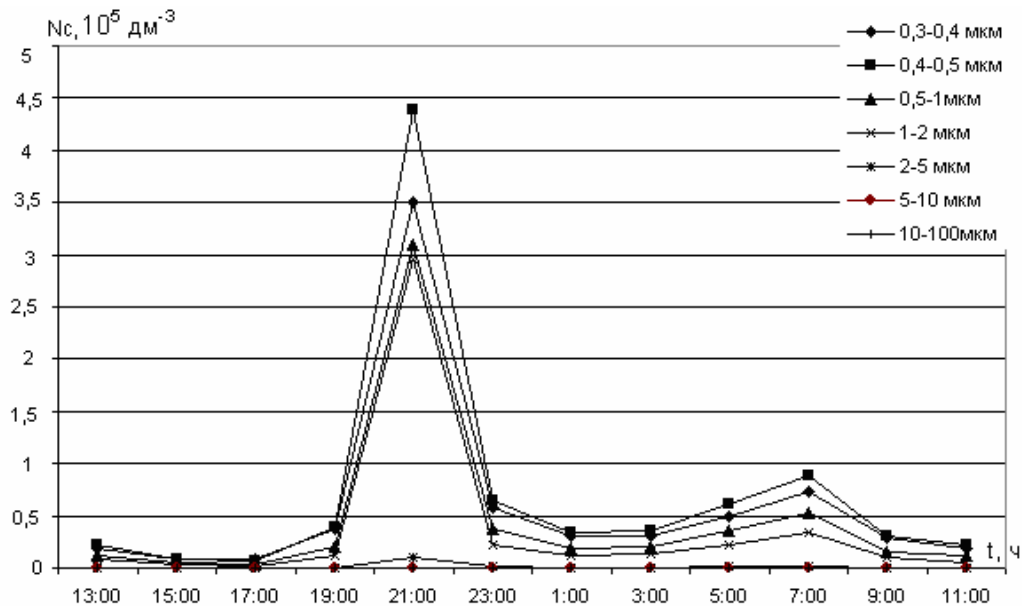


Рис.4. Суточный ход счетной концентрации аэрозольных частиц различных фракций 1 – 2 марта 2005 г.

Так, в большинстве случаев, максимумы концентраций фиксируются в вечернее время (18 - 21 ч.), причем, как правило, суточные максимумы приходятся на более высокую температуру окружающего воздуха. В частности, на рисунке 6 представлен график, показывающий качественную зависимость поведения полной счетной концентрации от времени года (осень, зима, весна), т.е., по сути, от температуры атмосферы.

Кроме того, нами ежемесячно осуществлялся замер массовой концентрации приземного аэрозоля. Отбор проб осуществлялся на фильтры типа АФА-ХА-20, взвешенные до и после экспонирования.

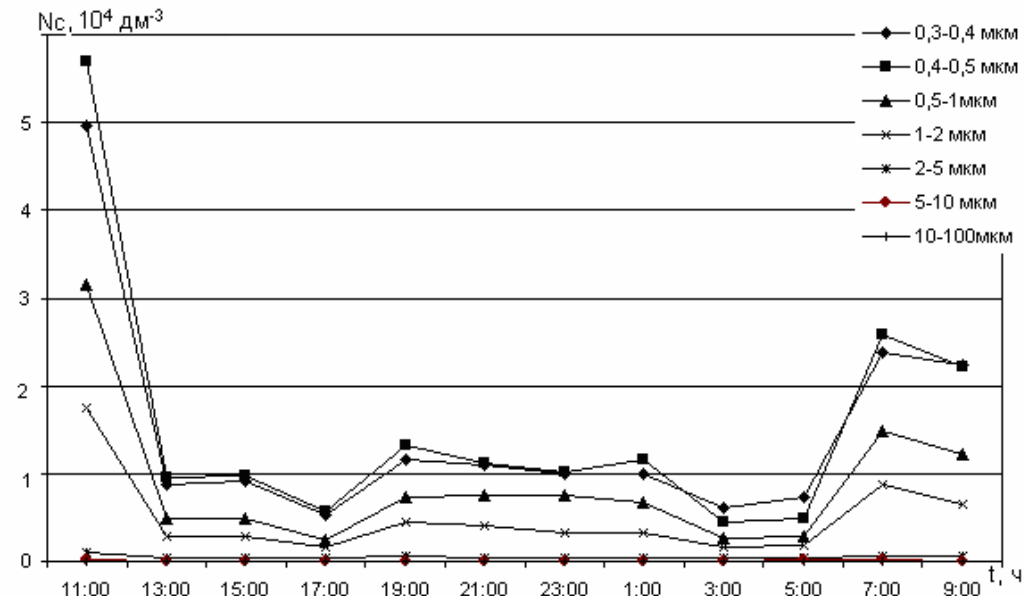


Рис.5. Суточный ход счетной концентрации аэрозольных частиц различных фракций 28 – 29 марта 2005 г.

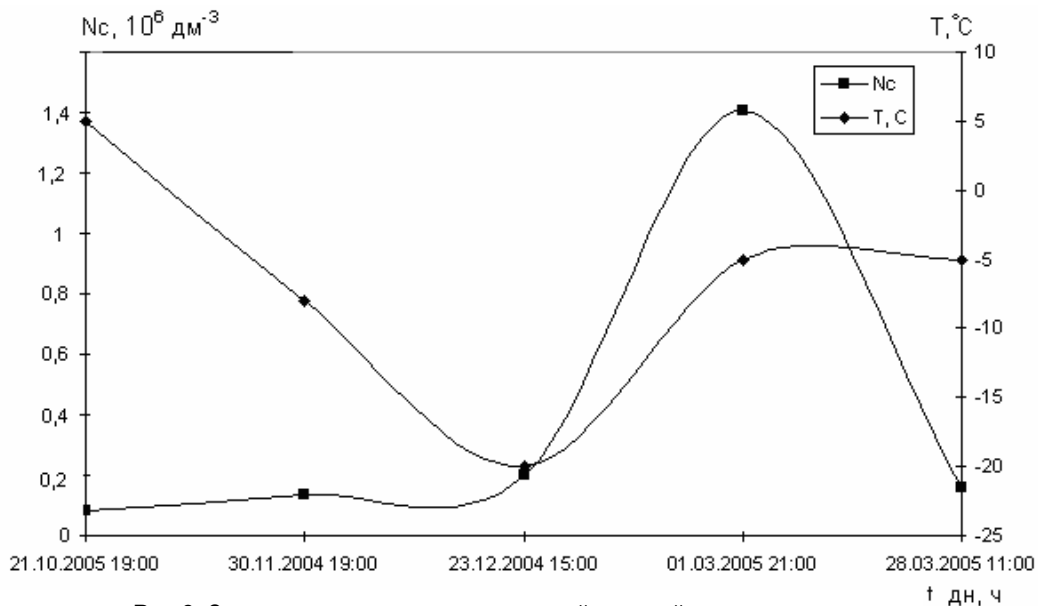


Рис.6. Зависимость максимумов полной счетной концентрации от времени года

Взвешенные фильтры растворялись в парах ацетона для последующего их микрофотографирования. Полученные таким образом негативы проецировались на экран для определения размеров, количества и формы седиментировавших на фильтр частиц. На основании этих наблюдений построена гистограмма (рис. 7).

Как видно из этого рисунка, более 60% приземного аэрозоля содержат частицы опасных респираторных фракций, входящих

в интервал 0,3-3 мкм, т.е. более половины исследуемого аэрозоля оказывает непосредственное воздействие на организм человека. В этой связи крайне важно знать, какие химические элементы содержатся на поверхности этих частиц. На данном этапе исследования был изучен качественный состав городского приземного аэрозоля. Изучение полученных проб методом атомно-эмиссионной спектроскопии выявило содержание в приземной атмосфере вблизи

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКОГО АЭРОЗОЛЯ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА

опорного пункта таких элементов, как Fe, Cu, Cr, Sn.

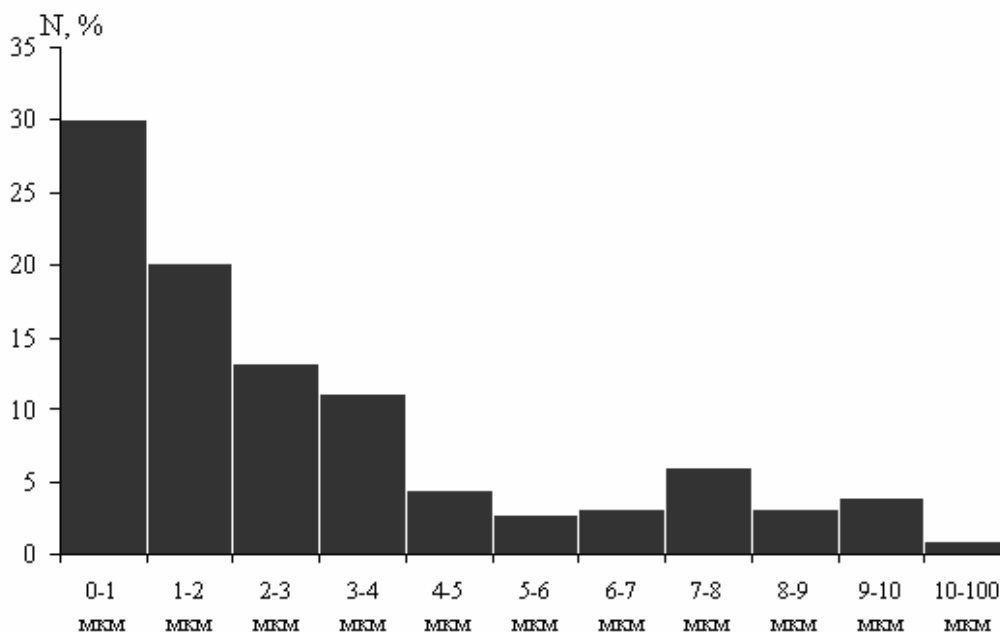


Рис. 7. Распределение аэрозольных частиц по размерам

Параллельно с исследованием микрофизических параметров аэрозоля проводился качественный и количественный атомно-эмиссионный спектральный анализ пыли, полученной в результате вытапливания снеговых проб. За зимний период 2004–2005 гг. было отобрано и проанализировано 50 образцов снега.

Пробы снега отбирались в виде кернов с площадью основания 0,2x0,2 м и на всю глубину снежного покрова, в каждой точке отбора забиралось не менее 3–4 образцов. Перед анализом проба снега помещалась в стеклянную емкость и вытапливалась. Для получения сухого остатка использовался метод фильтрации: воду пропускали через бумажный фильтр с диаметром пор 2 мкм. Осадок,

представлявший основной интерес, оседал на фильтре и высушивался в чистом изолированном сосуде при температуре 18–20°C [7, 8].

В результате качественного атомно-эмиссионного спектрального анализа в снеговых пробах были найдены следующие элементы: Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, J, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, S, Si, Sn, Ti, V, W, Zn, Zr. Для исследования концентраций элементов проводилась калибровка с помощью эталонных образцов.

В таблице 1 представлены концентрации отдельных химических элементов, полученные за 2004 г. Забор проб проводили 28 числа каждого месяца.

Таблица 1
Концентрация Cd, Fe, Cu, Pb в пробах (в %), собранных в опорных пунктах г. Барнаула зимой 2004–2005 гг.

Опорные пункты	Cd	Fe	Cu	Pb
Демидовская площадь	0,003	0,0030	—	—
пр. Космонавтов, (ХБК)	0,005	0,065	0,002	—
ул. Матросова	—	0,063	0,005	0,003
ул. Балтийская	0,0035	0,0710	0,002	—
Старый базар	—	0,0130	—	—
ул. Солнечная поляна	0,0045	0,085	0,0016	—

Для исследования динамики концентраций элементов за зимний период (ноябрь 2004 г. – март 2005 г.) были построены графики изменения концентраций, представленные на рисунке 8. На рисунке представлены

результаты динамики концентраций отдельных элементов в пробах № 1, 2 исследуемого района г. Барнаула. Проба № 1 взята с подветренной, а №2 – с наветренной стороны высотного здания.

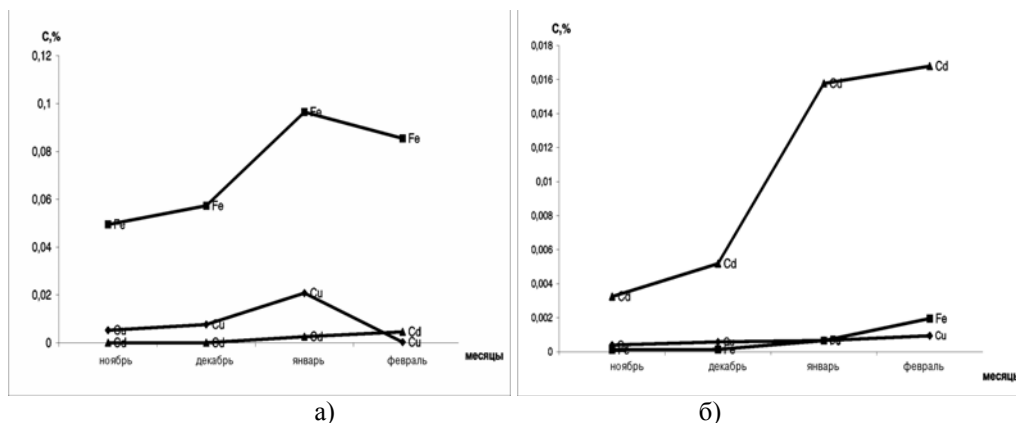


Рис. 8. Динамика концентраций Cd, Fe, Cu в пробе № 1 (а), Сb, Fe, Cu, в пробе № 2 (б)

Зависимость на рисунке 8а показывает, что концентрации всех трех элементов достигают своего максимума в конце января. Это связано с тем, что в январе из-за сильного падения температуры (от -18 до -34 °С) используется больше автомобильного топлива с присадками различных металлов, включая Cd, Fe и Cu. Низкая скорость ветра в это время года не может в полной мере обеспечить перенос накопившегося в воздухе аэрозоля за пределы города. На рисунке 8б наблюдается существенное увеличение концентрации кадмия, что можно объяснить повышением расхода автомобильного топлива в холодный период года и соответствующим увеличением выбросов. Отличие концентраций в пробах №№ 1,2 обусловлено выдуванием снега с наветренной стороны здания.

В ходе проведенных измерений количественного анализа полученные данные были сравнены с ПДК, значительного превышения ПДК по концентрациям исследуемых элементов обнаружено не было.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин Н. И. и др. Защита атмосферы от газовых выбросов // Экология и промышленность России. – 2001. – Май. – С. 8-10.

2. Turnbull Alan B., Harrison Roy M. Major component contributions to PM₁₀ composition in the UK atmosphere // Atmos. Environ. – 2000. – 34, № 19. – С. 3129–3137.

3. Muraleedharan T.R., Radojevic M. Personal particle exposure monitoring using nephelometry during haze in Brunei // Atmos. Environ. – 2000. – 34, № 17. – С. 2733–2738.

4. Сытник К.М. и др. Биосфера. Экология. Охрана природы: Справ. – Киев, 1987. – 523 с.

5. Букатый В.И., Исаков А.А., Кисляк Н.В. и др // Оптика атмосферы и океана. – 1996. – Т. 9, №6. – С. 743–747.

6. Каплинский А.Е., Кисляк Н.В., Суторихин И.А. // Оптика атмосферы и океана. – 1998. – Т.11, №12. – С. 1341-1343.

7. П. Райст. Аэрозоли. Введение в теорию. – М.: Мир, 1987. – 280 с.

8. Терек Т., Мика И., Гегуш Э. Эмиссионный спектральный анализ, 1-2 том. – М.: Мир, 1982. – 464 с.

9. Королев Н.В., Рюхин В.В. Эмиссионный спектральный анализ. – Л.: Машиностроение, 1978. – 212 с.

10. Бояркина А.П., Бойковский В.В., Васильев Н.В. и др. // Аэрозоли в природных планшетах Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 157 с.